

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of:

HANS PETER WEITZEL, et al.

Group Art Unit: 1796

Serial No.: 10/596,266

Examiner: Alexander C. Kollias

Filed: June 7, 2006

For: USE OF BIOCIDES-CONTAINING, WATER-REDISPERSIBLE  
POLYMER POWDER COMPOSITIONS IN MINERAL  
CONSTRUCTION MATERIALS

Attorney Docket No.: WAS 0768 PUSA

**SECOND DECLARATION OF DR. HANS PETER WEITZEL  
UNDER RULE 132**

Commissioner for Patents  
United States Patent and Trademark Office  
Washington, D.C. 20231

Sir:

I, Dr. Hans Peter Weitzel, do hereby declare and state as follows.

1. I am a co-inventor of the subject matter disclosed and claimed in U.S. application Serial No. 10/596,266, am familiar with the content of the application, the claims, the Office Action of July 19, 2010, and the references cited by the Patent Office.

2. The claimed invention incorporates biocidal actives in their "native" or "neat" form into redispersible polymer powder compositions. This incorporation is preferably achieved by spray drying an aqueous polymer dispersion also containing dispersed active. This incorporation of biocides is disclosed throughout the specification, and in each of the inventive examples.

3. I am also a coinventor of U.S. Patent No. 6,742,692 which has been cited by the U.S. Patent and Trademark Office in rejecting the claims of the present application, and am intimately familiar with the content of U.S. Patent No. 6,742,692.

The '692 patent discloses a cyclodextrin complex of cyclodextrin with biocidal active ingredients, the latter commonly known in the art of biocides as "actives" or "active ingredients," these terms being synonymous. The complex itself is not an "active" as that term is known in the art, as the latter term applies only to the complexed ingredient, *i.e.* N-octylisothiazolinone, not the complex of this "active" with cyclodextrin. For instance, the cyclodextrin complex of  $\beta$ -cyclodextrin and N-octylisothiazolinone of Example 6 of the 6,740,692 patent included only 16% of the biocidal active. The remainder, 84%, is an inactive ingredient,  $\beta$ -cyclodextrin. No one skilled in the art would view the complex, containing only 16 weight percent of biocide, as an "active." An "active" is a composition which is wholly biocide.

For example, household and garden insecticide solutions and dispersions are widely available for purchase by the consumer, and generally contain less than 1% active ingredients. The remaining inactive ingredients may include water, solvent, emulsifiers, sticking agents, etc., but these are not the "actives." The labels of these products reflect this understanding. No one would consider a whole container of insecticide or biocide as being an "active." The same is true here: the cyclodextrin complexes of U.S. Patent No. 6,740,692 are not "actives." They contain an "active," but are not "actives" themselves.

The entire thrust of the present application is to incorporate biocidal actives directly, *i.e.* in neat form, into a redispersible polymer powder composition, as clearly described in the specification, and as done in all the examples. No example uses a biocide in complexed form such as in U.S. Patent 6,740,692. The specification and examples provide clear support for the art-recognized proposition that "biocidal active" or "active" refers to the biocide itself only: not a dilution thereof, nor a complex thereof. My former patent, U.S. 6,740,692 was even discussed in the specification on page 2, lines 16 – 17. The claims clearly are directed to biocidal actives themselves, and not complexes of biocidal actives, which are not biocidal actives, as they are in complexed form. The term "consisting of" does not include within its scope cyclodextrin complexes of biocidal actives.

The claimed invention does not contain cyclodextrin complexes of biocidal actives; they contain the active itself, along with a redispersible polymer powder. The biocidal ingredient is the active itself. In the complexes of U.S. Patent 6,740,692, the biocidal "ingredient" is not an active itself, as required by the claims, but is a cyclodextrin complex containing the active. It is highly surprising and unexpected that the present compositions exhibit the high level of biocidal activity which they possess, when many times the amount of biocidal active, added separately, failed to reach this high level of biocidal activity.

4. A redispersible polymer powder ("RDP"), by definition, is a dried dispersion of a solid, particulate polymer, which is easily redispersed upon addition to water or other aqueous media to form a dispersion which is substantially similar to the dispersion the solid particulate polymer had prior to drying to form the RDP. This is well known to those skilled in the art. On this basis, an RDP may be distinguished from an ordinary polymer powder, even one containing exactly the same monomer content, because ordinary polymer powders do not redisperse in the same manner. They may be dispersed in water, but the dispersion will not have the same characteristics as the dispersion from which they are formed, and are termed RDPs by those skilled in the art.

Nor can a redispersible polymer powder, by definition, be prepared from a polymer solution. A soluble polymer may be dried to form a powder, but the particles will not have the same particle size and particle size distribution they had prior to drying, as they were dissolved in solvent, and not present as particles at all; they had no particle size. Moreover, when a powder of a soluble polymer is attempted to be redispersed, it will not redisperse. Rather, it will again dissolve. RDPs can only be prepared from dispersions of solid polymers. This is well known. I am an inventor or coinventor on many patents and patent applications in the field of redispersible polymer powders, and am very well qualified to attest to the definition and nature of redispersible polymer powders. Attached hereto is a list of patents and patent applications from the espace.net database which support my technical qualifications.

Redispersible polymer powders are well known and have been available commercially for decades. Reference may be had, for example, to the Dr. J. Schulze article "Redispersionspulver im Zement" (Redispersion Powders in Cement), published in TIZ, No. 9, 1985 (appended hereto), which illustrates the formation of a redispersible polymer powder and its redispersion, in Figure 1. Note that particles of solid polymer exist both prior to drying and after redispersion. The term "redispersible polymer powder" does not and cannot apply to soluble polymers. Redispersible polymer powders, their preparation, and their use in cementitious compositions are also disclosed on page 7, right hand column, continuing to page 8, of R. Bayer et al., "Trokenmörtel" (Dry Mortar), in pages 83 – 105 of ULLMAN'S ENCYCLOPEDIA OF INDUSTRIAL CHEMISTRY, 6<sup>th</sup> Ed., Volume 11, a copy of which is also appended hereto.

Note also page 7, in the boxed in section, which explains REM photomicrographs of cement depicted in photographs 10 and 11. In photograph 10, a redispersible polymer powder is used, and the photograph shows great film-forming, making the RDP a part of the binder system itself, *i.e.* contributing to binding. In photograph 11, a polymer powder is used which is poorly redispersible, *i.e.* not a redispersible polymer powder as that term is understood by those skilled in the art. The polymer is still largely in unchanged form, as can be seen by the clear presence of the spherical polymer particles.

5. *Botts* discloses no redispersible polymer powders. The compositions of *Botts* contain an active ingredient uniformly dispersed within polymer particles which are produced by spray drying a solution of a soluble polymer and soluble active ingredient. During the spray drying process, the polymer and active form droplets of ever decreasing size as the solvent evaporates, finally resulting in solid particles with active distributed therethrough. However, first, these are not redispersible polymer powders, since the polymer was present in dissolved form initially, and not in the form a dispersion of solid particles. By definition, the *Botts*' products cannot be RDPs. Second, in the subject invention, the biocidal actives are not distributed uniformly within the polymer particles and cannot be uniformly distributed, as the polymer particles already existed prior to addition of the biocide, and are not formed by evaporation of solvent as in *Botts*. The claimed invention is fundamentally different from *Botts*.

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code.

  
Dr. Hans Peter Weitzel

Dated: October 7, 2010

SONDERDRUCK



**WACKER**

**POLYMERS**

**VINNAPAS®**

TROCKENMÖRTEL  
AUS: ULLMANN'S ENCYCLOPEDIA  
OF INDUSTRIAL CHEMISTRY

CREATING TOMORROW'S SOLUTIONS



VINNAPAS®  
DIE RICHTIGEN BINDEMITTEL  
FÜR BESSERES BAUEN

## Trockenmörtel

ROLAND BAYER, Wolff Cellulosics GmbH & Co KG, D-29699 Bomlitz, Deutschland

HERMANN LUTZ, Wacker Polymer Systems GmbH & Co KG, D-84489 Burghausen, Deutschland

1.	Einführung	3	6.	Anwendungen	14
2.	Entwicklung	4	6.1.	Mauermörtel und verwandte	
2.1.	Historische und technische Entwicklung	4		Klebmörtel	14
2.2.	Vorteile von Trockenmörteln	4	6.2.	Grund- und Dekorputze	15
3.	Zusammensetzung	6	6.3.	Fliesenkleber	17
3.1.	Bindemittel	6	6.4.	Fugenmörtel	18
3.1.1.	Mineralische Bindemittel	6	6.5.	Wärmedämmverbundsysteme	19
3.1.2.	Organische Bindemittel	7	6.6.	Pulverfarben	21
3.2.	Zuschlagstoffe	8	6.7.	Zementäre Dichtungsschlämmen	22
3.3.	Additive	8	6.8.	Selbstverlaufende Bodenausgleichs-	
3.3.1.	Celluloseether	8		massen und Estriche	23
3.3.2.	Weitere Additive	10	6.9.	Flick- und Reparaturmörtel	23
4.	Herstellung	11	7.	Marktaspekte	24
5.	Prüfung	12	8.	Literaturangaben	24

### 1. Einführung

Mörtel auf der Basis von mineralischen Bindemitteln wie Kalk, Zement oder Gips werden seit über 8000 Jahren bei der Errichtung von Bauwerken verwendet. Diese Mörtel wurden dabei hauptsächlich zum Vermauern von Steinen und Ziegeln (Mauermörtel), aber auch zur Beschichtung von Wänden (Putzmörtel) eingesetzt. Bis ca. 1950 wurden in Europa Mörtel ausschließlich auf der Baustelle hergestellt und gemischt. Das Herstellen und Mischen auf der Baustelle bedeutet, dass die notwendigen Rohstoffe einzeln zur Baustelle transportiert und dort in dem entsprechenden Verhältnis gemischt werden. Dabei wird meist Zement als das am häufigsten eingesetzte mineralische Bindemittel mit den Füllstoffen (Sand) gemischt. Um einen anwendungsfertigen Frisch- oder Nassmörtel zu erhalten, wird diese Mischung mit Wasser angemischt.

In ähnlicher Weise wie der auf der Baustelle angemachte Beton durch den wirtschaftlicheren und umweltverträglicheren Transportbeton ersetzt wurde, vollzog sich auch bei den Mauer- und Putzmörteln ein Wechsel von der Herstellung und dem Mischen auf der Baustelle zu fertig vorgemischten Trockenmörteln. Trockenmörtel, auch als Werktrockenmörtel bezeichnet, werden in speziellen Trockenmörtelanlagen hergestellt. Hier werden ausgewählte mineralische Bindemittel und Zuschlagstoffe (Sand) im entsprechenden Verhältnis gemischt. Die werkseitige Herstellung und Mischung der Trockenmörtel erlaubt auch das exakte Zumischen von verschiedenen Additiven und Zusatzmitteln. Diese

können die technischen Eigenschaften der Mörtel erheblich verbessern. Somit können für jeden spezifischen Anwendungsfall individuell spezielle Trockenmörtel hergestellt werden, deren Rezepturen zuvor im Labor entwickelt und geprüft wurden.

Die Werktrockenmörtel werden in Säcken oder Speziälsilos zur Baustelle geliefert und müssen vor der Verwendung nur noch mit Wasser angemacht werden. Die Einführung der Trockenmörteltechnik führte zusammen mit der Entwicklung effizienter Systeme für den Transport, das Anmachen mit Wasser und das maschinelle Auftragen des Nassmörtels zu einer drastischen Produktivitätssteigerung speziell beim Einsatz von Volumenprodukten wie Mauer- und Putzmörteln.

Die Möglichkeit, dem Trockenmörtel bei dessen Herstellung spezielle Additive oder Zusatzmittel in einem genau festgelegten Verhältnis zuzugeben, gestattete außerdem die Entwicklung von hochwertigen mineralischen Mörteln mit genau festgelegten technischen Eigenschaften. Derartig spezielle und auf die Anforderungen der modernen Bauindustrie genau zugeschnittene Mörtel lassen sich auf der Baustelle nicht herstellen. Daher werden in der Bauindustrie heute vorwiegend durch Additive und Zusatzmittel modifizierte mineralische Trockenmörtel eingesetzt. Diese haben heutzutage andere Baustoffe wie anwendungsfertige pastöse Massen oder Systeme, bei denen mineralischen Mörteln flüssige Zusatzmittel zugesetzt werden, weitgehend ersetzt.



## 2. Entwicklung

### 2.1 Historische und technische Entwicklung

Jahrtausendlang war die Architektur und der Bau von Gebäuden eng mit dem Einsatz von mineralischen Mörteln verknüpft. Kalkputze sind seit über 8 000 Jahren bekannt, und Gipsmörtel wurden von den Babyloniern schon vor etwa 6 000 Jahren verwendet. Hydraulisch erhärtende Putze aus Puzzolanen (gemahlene vulkanische Asche) dürften schon seit über 3 000 Jahren bekannt sein und wurden von den Phöniziern, Griechen und Römern in großem Umfang verwendet.

Bereits in der Antike und im Mittelalter wurden Additive und Zusatzmittel wie Seifen, Harze, Eiweiß und Asche mit mineralischen Bindemitteln und Zuschlagstoffen auf der Baustelle vermischt, um die technischen Eigenschaften der Mörtel zu verbessern.

Zwar wurde ein erstes Patent für die Herstellung und Verwendung von trocken vorgemischten Mörteln in Europa schon 1893 veröffentlicht, dennoch wurden Mörtel bis in die 1950er Jahre ausschließlich auf der Baustelle hergestellt und gemischt. Dabei werden das mineralische Bindemittel (meist Zement) und die Zuschlagstoffe (hauptsächlich Quarzsand) getrennt zur Baustelle transportiert und dort von Hand im entsprechenden Verhältnis vermischt. Nach dem Anmachen dieser Baustellenmischung mit Wasser ist der Nassmörtel dann anwendungsfertig.

In den 1950er und 1960er Jahren entwickelte sich in der Bauindustrie in den USA und Westeuropa, ganz besonders aber in Deutschland, ein stark wachsender Bedarf für neue Baustoffe und Bautechniken. Gründe hierfür waren ein Mangel an erfahrenen Arbeitskräften, die Notwendigkeit von kürzeren Bauzeiten bei gleichzeitiger Kostensenkung, steigende Arbeitslohnkosten, die Verwendung neuartiger Werkstoffe und eine steigende Nachfrage nach qualitativ hochwertigen Bauausführungen.

Die Baustellenmischtechnik kann diese vielfältigen Anforderungen nicht angemessen erfüllen. Folgerichtig ist die Entwicklung der modernen Bauindustrie und der bauchemischen Industrie in westlichen Industrieländern ab 1960 hauptsächlich von drei Trends gekennzeichnet, welche sich inzwischen weltweit erkennen lassen:

- Ersatz von Baustellenmörteln durch vorgemischte Werk trockenmörtel.
- Mechanisierung der Mörtelanwendung (Transportsysteme für Volumenprodukte wie z. B. Silos, mechanische Systeme zum automatischen Anmachen von Trockenmörtel mit Wasser und maschinelle Applikation (Aufspritzen) des Nassmörtels).
- Modifizierung von Mörteln mit Polymerbindemitteln (Redispersionspulvern) und Spezialadditiven (z. B. Celluloseethern) und Zusatzmitteln zur Verbesserung der Produktqualität, um die Anforderungen der modernen Bauindustrie zu erfüllen.

Die Einführung der Trockenmörteltechnik, verbunden mit Silotransport und maschineller Applikation, führte dazu, dass in Deutschland von 1960 bis 1995 die Menge der verarbeiteten Außen- und Innenputzmörtel um 600 % zunahm, während die Anzahl der Beschäftigten in diesem Sektor um 25 % zurückging. Somit konnte die Produktivität im Putzbereich um 800 % erhöht werden [1].

### 2.2. Vorteile von Trockenmörteln

Bei der Baustellenmischtechnik werden je nach Anwendung spezifische Anteile von Zement und Sand gemischt, anschließend wird mit Wasser angemischt, um danach den Nassmörtel aufzutragen. Die Qualität eines solchen Mörtels ist von der Qualität der eingesetzten Rohstoffe, ihrem richtigen Mischungsverhältnis, der Homogenität des Gemisches sowie der Konsistenz des Frischmörtels abhängig. Unter diesen Randbedingungen können keine Mörtel mit gleich bleibender und definierter Qualität hergestellt werden. Somit kann der Anwender eines Baustellenmörtels seinem Kunden bzw. seinem Auftraggeber auch keine Garantie für die Qualität und Leistungsfähigkeit des eingesetzten Mörtels gewähren.

Die zur Verbesserung der Mörtelqualität benötigten Additive lassen sich unter diesen Umständen entweder gar nicht oder nur unter Inkaufnahme des Risikos zumischen, dass Dosier- und Mischfehler auftreten und außerdem inhomogene Mischungen entstehen. Somit sind die Möglichkeiten auf der Baustelle zuverlässig hochwertige und individuell formulierte Mörtel herzustellen äußerst beschränkt. Zudem wären Handhabung und Logistik derart modifizierter Mörtel für die Herstellung auf der Baustelle zu kompliziert. Ein weiterer Nachteil der Baustellenmörteltechnik besteht darin, dass der gesamte Prozess nicht automatisiert und somit nicht sehr effizient gestaltet werden kann.

Im Gegensatz zu den Baustellenmörteln, welche auf der Baustelle hergestellt und gemischt werden, erfolgt die Herstellung der modernen Trockenmörtel in einer Trockenmörtelanlage. Sämtliche erforderlichen Inhaltsstoffe wie Bindemittel, Zuschlagstoffe und chemische Additive werden also im Werk gemischt. Auf diese Weise lassen sich unterschiedliche Trockenmörtel mit genau festgelegten Produkteigenschaften herstellen, die jeweils den Anforderungen des spezifischen Anwendungsfalles entsprechen. Durch den Einsatz von vorgemischten Werk trockenmörteln wird nicht nur die Arbeitsleistung und die Produktivität auf der Baustelle deutlich erhöht, sondern auch ein hohes Maß von Anwendungssicherheit und Zuverlässigkeit durch die Vermeidung von Fehlern auf der Baustelle erzielt. In einer Trockenmörtelanlage hergestellte Werk trockenmörtel gewährleisten, dass Bindemittel, Zuschlagstoffe und Additive in konstanter Qualität und stets genau im gleichen Verhältnis gemischt werden, so dass eine gleich bleibend hohe Qualität gesichert ist [2], [3].

Rohstoffe, welche für die Herstellung von Werk-trockenmörteln verwendet werden, lassen sich wie folgt klassifizieren:

- 1) Mineralische Bindemittel
  - a) normaler Portlandzement (PZ)
  - b) Tonerdeschmelzzement (TSZ)
  - c) Spezialzemente
  - d) Kalkhydrat
  - e) Gips
  - f) Anhydrit
- 2) Polymere Bindemittel (Redispersionspulver)
- 3) Zuschlagstoffe, Füllstoffe
  - a) Quarzsand
  - b) Kalksteinsand
  - c) Dolomitsand
  - d) Marmorsand
  - e) Leichtfüllstoffe
  - f) Spezialfüllstoffe
- 4) Additive
  - a) Celluloseether
  - b) Pigmente
  - c) Entschäumer
  - d) Luftporenbildner
  - e) Verzögerer
  - f) Beschleuniger
  - g) Verdicker
  - h) Hydrophobierungsmittel
  - i) Weichmacher
  - j) Verflüssiger

Die Hauptanwendungsgebiete von Trockenmörteln können wie folgt unterteilt werden:

- 1) Volumenprodukte (ca. 70 % der gesamten Trockenmörtelproduktion)
  - Mauermörtel
  - Grundputze (auf Zement- und Gipsbasis)
  - Putz- und Mauermörtel
  - Baukleber
  - Zementestriche
  - Gipsestriche
  - Trockenbeton
  - Spritzbeton
  - Mineralische Dekorputze
- 2) Spezialprodukte (ca. 30 % der gesamten Trockenmörtelproduktion)
  - Fliesenkleber
  - Baukleber
  - Fugenmörtel
  - Vergussmörtel
  - Mineralische Edelputze
  - Pulverfarben
  - Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)
  - Wandspachtelmassen
  - Bodenspachtelmassen
  - Reparaturmörtel

Welches der beiden Verfahren für die Herstellung von frischem, anwendungsfertigem Nassmörtel angewandt wird – auf der Baustelle von Hand gemischter Mörtel (Prozess A) oder industriell hergestellter Werk-trockenmörtel (Prozess B) – hat wesentliche Konsequenzen für die Handhabung und Produktivität, wie Tabelle 1 am Beispiel der Anwendung von Grund- oder Unterputzen zeigt.

Erst durch die Entwicklung von Volumentransport-behältern (Silo-Systemen) sowie mechanischen Systemen zum Anmachen des Mörtels mit Wasser, zum Pumpen und maschinellen Auftragen konnten Werk-trockenmörtel rationell in großen Volumina angewendet werden. Das maschinelle Anmachen von Trockenmörteln mit Wasser, welche in Säcken zur Baustelle angeliefert werden (Prozess B) in Verbindung mit einer maschinellen Applikation des Nassmörtels führt zu einer erheblichen Steigerung der Produktivität (Prozess D).

Durch den Einsatz von Silos mit einem Volumen von 1–20 m<sup>3</sup>, welche direkt im Trockenmörtelwerk befüllt und zur Baustelle transportiert werden, konnte für viele großvolumige Anwendungen der aufwändige Transport in Säcken eliminiert werden. Der Trockenmörtel wird über entsprechende Fördersysteme direkt aus dem Silo in die zugehörige Misch- und Pumpanlage befördert, wo er automatisch mit Wasser angemacht und schließlich als Nassmörtel zur Anwendungsstelle für die maschinelle Applikation gefördert wird.

Durch die Kombination des Silotransportes mit dem maschinellen Anmachen, Pumpen und Auftragen des Mörtels wird aber nicht nur eine weitere signifikante Verbesserung der Produktivität (Prozess D) erreicht. Zusätzlich zu der verbesserten Produktivität gewährleisten maschinelles Anmachen und Applikation von Trockenmörteln eine weitaus sicherere Handhabung und Applikation von Mörteln. Mögliche Fehler wie eine Über- oder Unterdosierung des Anmachwassers oder eine falsche Zusammensetzung der Mörtel werden damit ausgeschlossen. Dies ist besonders dann wichtig, wenn auf der Baustelle weniger erfahrene oder ungelernte Arbeitskräfte beschäftigt werden.

In Westeuropa waren die Folgen dieser Entwicklung phänomenal. Seit 1960 wurde eine große Zahl von modernen Trockenmörtelanlagen mit einer Kapazität von einigen Millionen Tonnen errichtet. In Deutschland beispielsweise gibt es heute ca. 100 Trockenmörtelanlagen, die jährlich 10 x 10<sup>6</sup> t Trockenmörtel herstellen. Nach der Deutschen Wiedervereinigung gab es ab 1990 einen enormen Boom der Trockenmörtel-Technologie, der sich derzeit in den Ländern Osteuropas fortsetzt. Die durchschnittliche Wachstumsrate für die Anwendung von Trockenmörteln in Europa beträgt ca. 12 % pro Jahr, ausgehend von einer Produktionsmenge von ca. 35–40 x 10<sup>6</sup> t im Jahre 2000 [4].

Tabelle 1: Herstellung, Transport und Anwendung von Baustellenmörteln im Vergleich zu Werk trockenmörteln

Prozess*	A	B	C	D
Getrennter Transport von Sand und Zement zur Baustelle	+			
Manuelles Mischen von mineralischem Bindemittel und Zuschlagstoffen auf der Baustelle	+			
Transport des vorgefertigten Trockenmörtels in Säcken zur Baustelle		+	+	
Transport des vorgefertigten Trockenmörtels im Silo zur Baustelle				+
Manuelles Anmachen des Mörtels mit Wasser	+	+		
Manuelles Auftragen des Nassmörtels	+	+		
Maschinelles Anmachen des Trockenmörtels mit Wasser und maschinelle Verarbeitung			+	+
Produktivität (m <sup>2</sup> pro Person und Schicht) bei Putzanwendungen	10	25	40	50 - 60

\* A: vollständig manuelles Verfahren (Mischen auf der Baustelle);

B, C, D: Herstellung von Trockenmörtel in einer Trockenmörtelanlage mit unterschiedlichen Transport- und Anwendungsverfahren

### 3. Zusammensetzung

Trockenmörtel bestehen in der Regel aus mindestens drei Komponenten: den Bindemitteln, Zuschlagstoffen sowie Additiven.

Moderne Trockenmörtel bestehen im Vergleich zu den in der Vergangenheit auf der Baustelle von Hand gemischten Mörteln aus wesentlich mehr Komponenten. Putz- und Mauermörteln sowie einfachen Fliesenklebern liegen relativ einfache Formulierungen zugrunde, während aufwändige Hochleistungs-Trockenmörtel wie selbstverlaufende Bodenspachtel-massen und Edelputze bis zu 20 verschiedene Inhaltsstoffe enthalten können.

In diesem Artikel wird das Wort Zuschlagstoff für sämtliche Arten von mineralischen Inhaltsstoffen verwendet, die keine Bindemittelfunktion haben. Dies gilt auch, wenn sie nur in kleinen Mengen zugesetzt werden, wie Mineralstoffe mit speziellen Funktionen, z. B. funktionelle Fasern oder Pigmente. Die in vielen Trockenmörteln eingesetzten Redispersionspulver werden in diesem Zusammenhang als organische Bindemittel behandelt, obwohl viele andere Autoren sie wegen ihrer manchmal geringen Dosisierung als Additiv bezeichnen. Die von Redispersionspulvern erzielte Wirkung – zum Beispiel in Fliesenklebern – zeigt deutlich, dass sie eine ganz wesentliche Bindemittelfunktion erfüllen. Das multifunktionelle Additiv Methylcellulose wird in dem Kapitel über Additive beschrieben, obwohl es auch einen gewissen Bindemittelleffekt aufweist (welcher aber in Werk trockenmörteln nicht von Bedeutung ist).

#### 3.1 Bindemittel

Bindemittel verkleben die Zuschlagstoffe und andere in der Mischung vorliegende Feststoffe und sorgen für eine gute Haftung (Adhäsion) am Untergrund. Sie leisten über physikalische oder chemische Reaktionen und Wechselwirkungen den größten Beitrag zur Endfestigkeit und anderen wesentlichen Eigenschaften des Mörtels. Bindemittel lassen sich in hydraulische und nichthydraulische Bindemittel einteilen, wobei die ersteren auch unter Wasser abbinden.

Das Abbinden bzw. Erhärten der Bindemittel Zement und Kalkhydrat erfolgt durch eine chemische Reaktion. Zement reagiert bei Kontakt mit Wasser nach dem Anmachen, wogegen Kalkhydrat (ohne hydraulische Anteile) durch eine Reaktion mit dem atmosphärischen Kohlendioxid abbindet. Gips und organische Bindemittel binden auf physikalische Weise ab: Gips durch Rekristallisation mit Wasser unter Ausbildung eines Kristallnadelgeflechtes, organische Bindemittel entwickeln ihre Bindemittelleigenschaften durch Ausbildung eines homogenen Polymerfilms.

##### 3.1.1. Mineralische Bindemittel

**Zement** (siehe auch → Zement und Beton). Für Trockenmörtel wird in der Regel normaler Portlandzement (CEM I) verwendet. Die Hydratationsreaktion (Reaktion mit Wasser) führt in erster Linie zur Bildung von Calciumsilicathydraten, die ihre Festigkeit und Stabilität auch unter Wasser behalten (hydraulisches Bindemittel). Die Qualität eines normalen Portlandzements wie CEM I 32,5R (zur Nomenklatur siehe DIN 1164 [5]) ist für Putz- und Mauermörtel ausreichend, für Fliesenkleber sind jedoch meist höhere Qualitäten wie CEM I 42,5R oder CEM I 52,5R im Einsatz. Trockenmörtel, welche auch als dekorative Beschichtungsmaterialien (z. B. Edelputze und Fugenmörtel) dienen, enthalten hauptsächlich weißen Portlandzement. Schnell abbindende Tonerdeschmelzzemente (z. B. Fondue Lafarge) bestehen hauptsächlich aus Calciumaluminaten und werden für Trockenmörtel verwendet, bei denen es auf schnelles Abbinden, schnelle Festigkeitsentwicklung oder hohe Temperaturstabilität ankommt.

**Gips** [6] (siehe auch → Calciumsulfat). Sowohl Calciumsulfathalbhydrat als auch Anhydrit binden nach Anmischen mit Wasser ab und bilden Calciumsulfatdihydrat.

Calciumsulfathalbhydrat existiert, abhängig vom Herstellungsprozess, in zwei kristallinen Formen: die  $\alpha$ -Form mit größeren Kristallen, höherer Zug- und Druckfestigkeit und geringerem Wasserbedarf, und die eher amorphe  $\beta$ -Form mit höherer Porosität, niedrigerer Zug- und Druckfestigkeit und einem bis zu dreimal höheren Wasserbedarf.

Anhydrit existiert in zwei anwendungsrelevanten Phasen. Die Phase Anhydrit II ist bei Estrichen auf Anhydritbasis von Bedeutung, und Anhydrit III ist ein Bestandteil des für Putze verwendeten Mehrphasengipses. Gipsputze enthalten  $\beta$ -Halbhydrat sowie Anhydrit II und III. Fugenfüller auf Gipsbasis enthalten  $\beta$ -Halbhydrat.

Kalkhydrat (siehe auch  $\rightarrow$  Kalk und Kalkstein), [7]. Kalkhydrat erhärtet durch die Reaktion mit Kohlendioxid zu Calciumcarbonat und ist daher kein hydraulisches Bindemittel. Die teilweise hydraulischen Eigenschaften spezieller Kalkhydrate entstehen durch Verunreinigungen oder Zusatzstoffe mit puzzolanischen Eigenschaften. Kalkhydrat war Jahrhunderte lang das wichtigste mineralische Bindemittel in Mörteln. Heute wurde dieses Material zwar weitgehend durch schneller abbindende hydraulische Bindemittel ersetzt, auf Grund seiner plastischen Eigenschaften wird Kalkhydrat aber häufig mit hydraulischen Bindemitteln kombiniert. Die Verarbeitungseigenschaften vieler Werk trockenmörtel lässt sich verbessern, indem dem Portlandzement 5–30 Gewichtsprozent Kalkhydrat zugesetzt wird. Spezifikationen für Kalke zur Verwendung im Bau (einschließlich pulverförmigem Kalkhydrat) finden sich in DIN EN 459 [8].

### 3.1.2. Organische Bindemittel

Dass die charakteristischen Eigenschaften von zementären und hydraulischen Mörteln durch organische Zusatzstoffe verbessert werden können, ist seit langem bekannt. In der Antike wurden beispielsweise Eiweiße wie flüssige Milch oder sogar Blut verwendet. Bei den meisten Anwendungen in heutiger Zeit vermögen Mörtel ohne Modifizierung durch organische Polymere die hohen technischen Anforderungen nicht länger zu erfüllen. Selbst zementäre Mörtel, die zur Verbesserung des Wasserrückhaltevermögens und der Verarbeitungseigenschaften das Additiv Celluloseether enthalten, haften nur sehr schlecht oder gar nicht auf vielen der in der modernen Bauindustrie verwendeten Materialien (z.B. Polystyrol, Faserplatten, Zementfaser- und Holzplatten, nicht-saugende Untergründe wie alte Fliesenbeläge und Feinsteinzeugfliesen). Außerdem sind zementäre Mörtel sehr harte, spröde und wenig verformbare Werkstoffe, während für zahlreiche Anwendungen biegsame und verformbare Mörtel benötigt werden. Demzufolge ist bei vielen Anwendungen der modernen Bauindustrie die Modifizierung der zementären Mörtel mit Polymeren unabdingbar geworden. In polymer vergüteten Mörtelsystemen ergänzen sich das mineralische Bindemittel Zement und das polymere Bindemittel in Form eines Redispersionspulvers auf ideale Weise. Die Kombination dieser Bindemitteltypen in Trockenmörteln bewirkt herausragende Synergieeffekte und verleiht diesen charakteristische Eigenschaften, welche bei Verwendung nur eines dieser Bindemittel alleine nicht zu erzielen wären.

Anfang der dreißiger Jahre wurden bei Bedarf den Zementmörteln wässrige Kunstharzdispersionen [9] beim Anmachen mit Wasser zugegeben. Auf diese Weise modifizierte Mörtel werden als Zweikomponentensysteme bezeichnet (pulverförmiges mineralisches Bindemittel plus flüssiges Polymerbindemittel in einer zweiten Verpackung). In der Praxis kam es jedoch beim Einsatz dieser Zweikomponentensysteme auf der Baustelle häufig zu Fehlern. Das Hauptproblem liegt in der genauen Dosierung der flüssigen Polymerdispersion zum trockenen Mörtel.

Misch- oder Dosierfehler können wegen unzureichender Kenntnisse, mangelnder Erfahrung und Ausbildung der Anwender unabsichtlich geschehen, teilweise aber auch absichtlich, um durch Reduktion des Einsatzes der Polymerdispersion kurzfristige Kosten einzusparen.

Eine falsche Dosierung der flüssigen Polymerdispersion führt aber zu einer deutlichen Veränderung der Charakteristik und der technischen Eigenschaften des Mörtels. Dies kann bei den unterschiedlichsten Anwendungen zu schweren Folgeschäden führen, zum Beispiel auf Grund unzureichender Haftung am Untergrund, mangelnder Flexibilität und/oder Dauerhaftigkeit. Neben dem Risiko der falschen Anwendung und Dosierung und den höheren Handlungskosten auf der Baustelle sprechen auch die höheren Kosten für die Verpackung, die problematische Entsorgung der Kanister für die Flüssigkomponente und höhere logistische Kosten durch Lagerung und Transport der Flüssigkomponente gegen den Einsatz von Zweikomponentensystemen. Zudem sind die flüssigen Mörtelzusatzdispersionen so zu lagern und zu schützen, dass sie nicht durch Frost oder durch bakteriellen Befall geschädigt oder unbrauchbar werden.

Die Herstellung der ersten polymermodifizierten Trockenmörtel, die heute als Einkomponentensysteme bezeichnet werden, wurde erst durch die im Jahre 1953 von der Wacker-Chemie GmbH erfundenen redispersierbaren Pulver (Handelsname VINNAPAS® Redispersionspulver) möglich. Redispersionspulver sind polymere Bindemittel, die durch Sprühtrocknen spezieller wässriger Dispersionen hergestellt werden und zumelst auf Vinylacetat-Ethylen-Copolymeren basieren. Diese Dispersionspulver werden häufig auch als Redispersionspulver bezeichnet, da diese pulverförmigen Bindemittel nach Mischen mit Wasser in ihre ursprüngliche wässrige Dispersionsform zurückgeführt werden, also redispersiert werden. Nach dieser Redispersierung werden sämtliche typischen Eigenschaften und Funktionen eines Polymerbindemittels bzw. der ursprünglichen Dispersion beibehalten. Der als Bindemittel wirkende Polymerfilm entsteht durch die Verschmelzung der einzelnen Polymerpartikel beim teilweisen Verdunsten des Wassers. Dieser Polymerfilm wirkt als organisches Bindemittel, welcher die Füllstoffpartikel miteinander verklebt und somit die innere Festigkeit (Kohäsion) des Mörtels verbessert. An den Grenzflächen des

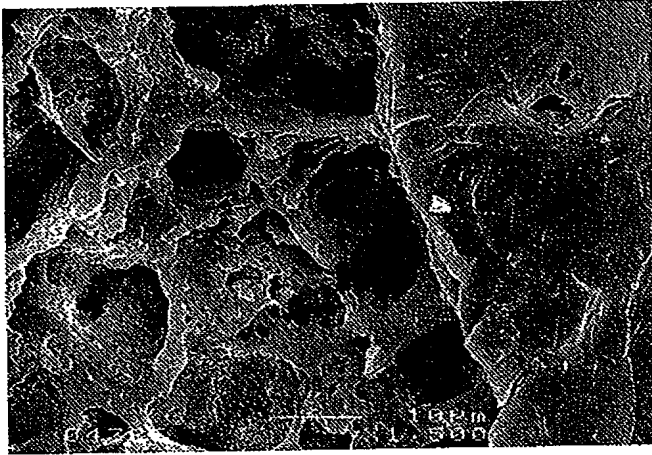


Abbildung 1: Elektronenmikroskopische Aufnahme ( $\times 1500$ , Wacker Polymer Systems) der Grenzfläche zwischen einem polymer-modifizierten Fliesenkleber (links) und einer Feinsteinzeug-/Porzellanfliese (rechts). Die Polymerfilme an der Grenzfläche zwischen der Porzellanfliese und dem zementären Mörtel sind deutlich zu erkennen.

Mörtels sorgt der Polymerfilm für eine ausgezeichnete Haftung (Adhäsion) zwischen mineralischem Mörtel und dem Substrat. Abbildung 1 zeigt Polymerfilme in einem Zementmörtel.

Werk trockenmörtel mit ihren präzise berechneten und dosierten Anteilen an Zement, Zuschlagstoffen, Additiven und Redispersionspulvern sind qualitativ hochwertige Produkte, welche ein hohes Maß an Anwendungssicherheit gewährleisten, da mögliche Fehler bei der Dosierung und beim Anmischen auf der Baustelle vermieden werden.

Die Modifizierung von Trockenmörteln mit polymeren Bindemitteln in Form von redispersiblen Dispersionspulvern verbessert abhängig von deren Dosierung die Haftung auf allen Arten von Untergründen, die Flexibilität und Verformbarkeit der Mörtel, die Biegezugfestigkeit und die Abriebsbeständigkeit, die Zähigkeit, die Kohäsion und die Dichtigkeit (Undurchlässigkeit) des Mörtels sowie das Wasserrückhaltevermögen und die Verarbeitungseigenschaften. Außerdem können spezielle redispersierbare Pulver mit hydrophobierenden Eigenschaften die wasserabweisende Wirkung der Mörtel stark erhöhen.

### 3.2. Zuschlagstoffe

Den größten Teil der Zuschlagstoffe bilden Quarz-, Kalkstein- oder Dolomitsandfraktionen mit mittlerer Korngröße. Zum Erreichen einer optimalen Korngrößenverteilung (siehe Abschnitt 5) werden in der Regel verschiedene Fraktionen der Zuschlagstoffe mit unterschiedlicher Korngröße benötigt. Außerdem werden – insbesondere für Edelputze – aus optischen Gründen helle Fraktionen aus Calcit, Marmor, Jurakalkstein oder Glimmer verwendet. Zur Reduzierung der Dichte des Trockenmörtels und zur Verstärkung der Wärmeisolationwirkung werden Leichtzuschlagstoffe wie Perlit, Vermiculit, Glashohlkugeln, Blähton und Bimsstein als zusätzliche Zuschlagstoffe verwendet. Bedingt durch ihre geringe Dichte (typisch 80–500 kg/m<sup>3</sup>) muss den Trockenmörteln nur ein

relativ geringer Gewichtsanteil zugefügt werden um die erwünschten Effekte zu erreichen. Trockenmörtel für Edelputze oder Fugenmörtel werden häufig mit Pigmenten eingefärbt.

### 3.3. Additive

Ohne Additive gäbe es keine modernen Trockenmörtel und viele ihrer technischen Eigenschaften könnten nicht realisiert werden. Bezogen auf die mineralischen Inhaltsstoffe liegt der Anteil der Additive im Trockenmörtel typischerweise zwischen 0,1 und 10 Gewichtsprozent. Additive können organischen oder anorganischen Ursprungs sein, oft sind es modifizierte natürliche oder rein synthetische Polymere. Additive verbessern das Anmischen des Trockenmörtels mit Wasser, im Wesentlichen aber vor allem die Eigenschaften des Nassmörtels, wie dessen Wasserrückhaltevermögen, Konsistenz und Fließverhalten oder die Verarbeitungsfähigkeit. Additive wirken teilweise auch auf das Abbindeverhalten des Mörtels und in manchen Fällen indirekt auf die Eigenschaften des abgebindeenen Mörtels.

#### 3.3.1. Celluloseether [12]

Celluloseether werden in Trockenmörteln als Verdickungs- und Wasserrückhaltmittel eingesetzt. Celluloseether haben als Additive große Bedeutung, obwohl ihre Zusatzmenge sehr gering ist (normalerweise 0,02–0,7 % auf Trockenmischung). Von allen Additiven zeigen die Celluloseether gemeinsam mit den Redispersionspulvern den am stärksten ausgeprägten Einfluss auf die Eigenschaften von Trockenmörteln. Die in Trockenmörteln hauptsächlich eingesetzten Celluloseether sind Methylhydroxyethylcellulose (MHEC) und Methylhydroxypropylcellulose (MHPC). Zusammen haben diese in Trockenmörteln einen Marktanteil von mindestens 90 %. Umgangssprachlich werden sie weiterhin als „Methylcellulose“ oder „MC“ bezeichnet, obwohl der Marktanteil der reinen Methylcellulose heute nur noch sehr klein ist.

Weitere technisch relevante Celluloseether mit einem kleinen Anteil am Trockenmörtelmarkt sind Ethylhydroxyethylcellulose (EHEC) und Hydroxyethylcellulose (HEC). Da (Natrium-)Carboxymethylcellulose bei Anwesenheit von Calciumionen nicht stabil ist, wird dieser Stoff nur bei sehr wenigen Anwendungen als Verdicker eingesetzt.

Die folgenden Abschnitte befassen sich mit den Eigenschaften von MHEC und MHPC. Da diese Eigenschaften für beide Produkte gelten, werden sie hier lediglich als „MC“ bezeichnet.

**Herstellung von Lösungen und Nassmörtelmischungen; Viskositätsaufbau.** MC ist über einen großen Temperaturbereich stabil. Die für Trockenmischungen geeigneten MCs sind Pulver, bei denen 20–60 Gewichtsprozent der Partikel kleiner als 63 µm sind. Wenn wie bei Trockenmischungen die MC-Pulverteilchen zwischen den Bindemittel- und Zuschlagsteilchen verteilt sind, tritt beim Anmischen mit Wasser keine Klumpenbildung auf. Klumpen entstehen nur beim direkten Einrühren der MC-Pulver in Wasser. Grobteilige MC-Pulverprodukte, die in der Regel als Kornmaterial klassifiziert werden, lassen sich leichter in Wasser lösen ohne zu verklumpen, sind aber aufgrund ihrer langsamen Löslichkeit für Trockenmörtelmischungen weniger geeignet. Werden Trockenmörtel mit neutralem pH-Wert (ohne Zement und Kalkhydrat) formuliert, dann ist zu berücksichtigen, dass nicht nur die Partikelgröße das Lösungsverhalten der MC beeinflusst. Bestimmte MC-Sorten sind mit einem chemischen Vernetzungsmittel ausgestattet („verzögerte Löslichkeit“), was eine schnelle Auflösung der MC-Pulverteilchen nur unter alkalischen Bedingungen erlaubt (was z. B. bei Einsatz von Zement oder Kalkhydrat gegeben ist). Die Alkalität führt zu einer sofortigen Auflösung der Vernetzung sowie zu einer schnellen Lösung der MC im Mörtel. Diese MC-Sorten mit verzögerter Löslichkeit wurden ursprünglich nicht für Trockenmörtel entwickelt, haben sich jedoch auch hier durchgesetzt.

In reinen wässrigen Lösungen sowie in Nassmörteln entwickelt MC nach Auflösen in Wasser eine gewisse Viskosität. Die Unterschiede zwischen niedrigen und hohen Viskositäten lassen sich an einer 2-prozentigen wässrigen Lösung leicht messen. MCs werden meist nach ihrer bei dieser Konzentration gemessenen Viskosität spezifiziert. Die Viskosität solcher Lösungen variiert von wässrig (Viskosität bis zu einigen hundert Millipascal) bis zu pastös (Viskosität von mehreren tausend Millipascal). Die einzelnen MC-Hersteller verwenden zur Angabe der Viskosität ihrer MCs unterschiedliche Verfahren und Geräte: Hauptsächlich werden die Methoden Haake Rotovisko, Höppler, Ubbelohde, und Brookfield eingesetzt. Die Ergebnisse der Viskositätsmessungen können daher bei der gleichen Probe um bis zu mehrere hundert Prozent abweichen; dies ist beim Viskositätsvergleich zwischen den MCs verschiedener Hersteller zu berücksichtigen.

**Klebrigkeit und Verarbeitbarkeit.** Der Begriff „Klebrigkeit“ ist vor allem beim Glätten von Dekor- und Grundputzen von Bedeutung. „Klebrigkeit“ bezeichnet hier die Haftung, welche der Anwender zwischen dem Glättungswerkzeug und dem Mörtel verspürt. Eine hohe Klebrigkeit macht beim Glätten einen höheren Kraftaufwand erforderlich und bewirkt eine schlechte Glättbarkeit und somit schlechte Verarbeitbarkeit. Beide Mörtel Eigenschaften lassen sich durch MC beeinflussen.

**Wasserrückhaltevermögen.** Der Wasserrückhaltevermögen (WRV) eines mineralischen Putzes gibt an, welcher prozentuale Wassergehalt nach der kapillaren Entwässerung durch ein absorbierendes Substrat im Putz verbleibt (DIN 18555, Teil 7) [13].

Mörtel auf Zement- und Gipsbasis benötigen Wasser zum Abbinden, daher muss dieses Wasser längere Zeit im Mörtel zurückgehalten werden. Die in der Vergangenheit verbreitet eingesetzten Dickschichtmörtel neigen allein durch ihre Dicke (normalerweise im Zentimeterbereich) nicht zu einem zu schnellen Austrocknen. Dieses Austrocknen, auch als Aufbrennen bezeichnet, kann durch Kontakt des Mörtels mit stark Wasser absorbierenden Untergründen, durch Sonneneinstrahlung oder andere Umwelteinflüsse wie Wind, trockene Luft oder hohe Umgebungstemperatur zustande kommen. Heute werden oft Wandmaterialien mit hohen kapillaren Saugkräften mit Mörteln beschichtet (z. B. Porenleichtbeton), außerdem werden Mörtel heute generell in einer möglichst dünnen Schicht aufgetragen. MC ist in dünnlagig applizierten Mörteln erforderlich, um das Wasser während der Abbindereaktion des Zementes im Mörtel zurückzuhalten. Die hohe Wasserrückhaltefähigkeit moderner Trockenmörtel wird hauptsächlich durch den Einsatz von MC bewirkt. Die Abbildungen 2 und 3 zeigen als Beispiel das Wasserrückhaltevermögen eines Nassmörtels in Abhängigkeit von der Konzentration bzw. Viskosität der eingesetzten MC.

Zur Messung des Wasserrückhaltevermögens siehe Abschnitt 5.

**Wasserbedarf und Ergiebigkeit.** Ein Mörtel muss eine bestimmte Konsistenz aufweisen, mit der fachkundige Anwender bestens vertraut sind. Diese geben zum Trockenmörtel genau so viel Wasser zu, dass sich daraus die richtige Verarbeitungskonsistenz des Mörtels ergibt. Der Wasserbedarf hängt von den eingesetzten individuellen Rohstoffen und deren jeweiligem Anteil in der verwendeten Rezeptur ab. MC ist einer der Haupteinflussfaktoren, welcher den Wasserbedarf von Trockenmörteln bestimmt. Bei der MC spielen dabei deren Zusatzmenge, die Viskosität der MC und der Grad ihrer Modifizierung eine Rolle. Der Wasserbedarf (Wasser-Feststoff-Faktor) beeinflusst auch die Ergiebigkeit eines Mörtels. Dieser Wert wird in Litern Nassmörtel pro 100 kg Trockenmörtel gemessen und ist ein wichtiger Parameter für die Ergiebigkeit speziell von Leichtmörteln.

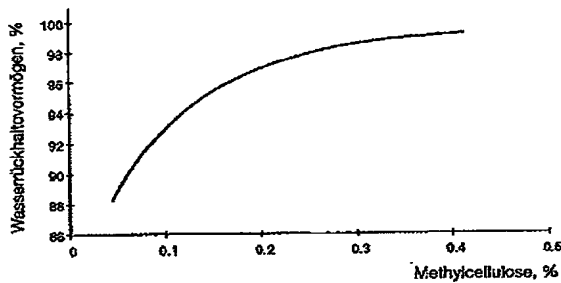


Abbildung 2. Wasserrückhaltevermögen eines Nassmörtels in Abhängigkeit von der Konzentration der zugesetzten Methycellulose (Viskosität 30 000 mPa·s, gemessen mit Haake Rotovisko)

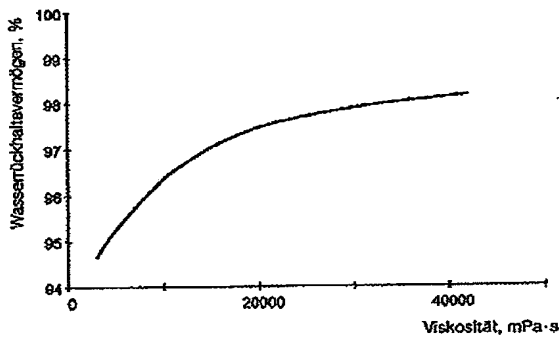


Abbildung 3. Wasserrückhaltevermögen eines Nassmörtels in Abhängigkeit von der Viskosität der Methycellulose (2-prozentige Lösung, 20 °C, Schergefälle:  $D = 2,5 \text{ s}^{-1}$ , gemessen mit Haake Rotovisko)

Einige MC-Hersteller liefern spezielle MCs, welche eine besonders hohe Ergiebigkeit des Mörtels gewährleisten. Dies kann auch zu einer Reduzierung des Anteils der Leichtzuschlagstoffe beitragen.

Weitere Eigenschaften, die sich durch MCs beeinflussen lassen, sind der Abrutschwiderstand (Standvermögen) einer ins Mörtelbett eingelegten Fliese, die offene Zeit, die Korrigierzeit und bedingt die Haftzugfestigkeit bei Fliesenklebern (siehe Abschnitt 5) sowie die Flieseigenschaften und die Cremigkeit der Mörtel.

### 3.3.2. Weitere Additive

**Stärkeether.** Mörtel werden hauptsächlich mit Hydroxypropylstärken modifiziert. Trotz ihrer niedrigen Viskositätswerte (in der Regel 100–500 mPa·s in einer 2-prozentigen Lösung) erhöhen sie die Viskosität der Mörtel erheblich, wenn sie mit MC kombiniert werden. Die typische Zusatzmenge liegt zwischen 0,01 und 0,04 % bei Außen- und Innenputzen auf Zementbasis und zwischen 0,02 und 0,06 % bei Gipsputzen. Der Wasserbedarf des Putzes erhöht sich geringfügig und dementsprechend nimmt auch die Ergiebigkeit etwas zu. Das Wasserrückhaltevermögen des Mörtels wird durch Stärkeether nicht erhöht. Bei optimierter Dosierung verbessern sich die Verarbeitungseigenschaften und das Standvermögen (Thixotropie) der Mörtel erheblich.

**Luftporenbildner** bewirken die Bildung von Luft-Mikroporen im Mörtel. Hierdurch ergibt sich eine geringere Dichte des Nassmörtels, eine bessere Verarbeitungsfähigkeit und eine höhere Nassmörtelergiebigkeit. Die eingeschlossene Luft kann je nach Menge eine bessere Kälte- und Wärmesolation, aber auch eine Reduzierung der Festigkeit bewirken. Pulverförmige Luftporenbildner bestehen im Wesentlichen aus Natriumsalzen von Fettsäuresulfonaten und -sulfaten. Die Dosierung in Putzen und Mauermörteln variiert in der Regel zwischen 0,01 und 0,06 %. Zur Ermittlung der optimalen Zusatzmenge müssen der Luftgehalt des Mörtels und seine Verarbeitungseigenschaften überprüft werden.

**Beschleuniger** werden in zementären Systemen in großen Mengen zur Einstellung der gewünschten Abbindeigenschaften eingesetzt. Insbesondere werden Calciumformiat (z. B. Mebofix®, Bayer, Leverkusen) oder Lithiumcarbonat (z. B. von Chemetall, Frankfurt) erfolgreich verwendet. Der Zusatzanteil beträgt bei Calciumformiat bis zu 0,7 % und bei Lithiumcarbonat bis zu 0,2 %.

**Verzögerer.** Der Hauptanwendungsbereich für Verzögerer sind Gipsputze und Fugenfüller auf Gipsbasis. Ohne Verzögerer bindet der Gips zu schnell ab. Es werden verschiedene Verzögerer eingesetzt, hauptsächlich Salze von Fruchtsäuren wie Wein-



oder Zitronensäure und von synthetischen Säuren (z. B. verschiedene Typen von Retardan® von Tricosal®, Illertissen). Die Dosierung liegt typischer Weise zwischen 0,05 und 0,25 %.

**Hydrophobierungsmittel (wasserabweisende Zusätze)** verhindern, dass Wasser in den Mörtel eindringt, dabei soll aber die Wasserdampfdiffusion des Mörtels nicht reduziert werden. Die Leistungsfähigkeit von Hydrophobierungsmitteln lässt sich über die kapillare Wasseraufnahme messen (DIN 52617) [14]. Die Hauptanwendungsbereiche für Hydrophobierungsmittel sind Putze auf Zementbasis für Außenanwendungen, mineralische Dichtungsschlämmen und Fugenmörtel. Für Werk trockenmörtel kommen zwei Gruppen von Hydrophobierungsmitteln zum Einsatz: Metallsalze von Fettsäuren (z. B. Zinkstearat oder Natriumoleat, z. B. von Greven Fettchemie, Bad Münstereifel) und polymere Redispersionspulver mit hydrophobierenden Eigenschaften (spezielle VINNAPAS®-Typen, Wacker Polymer Systems GmbH & Co. KG, Burghausen). Mit Fettsäuresalzen erhält man schon bei relativ geringen Dosierungen (0,1 bis 1 %) gute hydrophobe (Wasser abweisende) Eigenschaften, während sich die höher zu dosierenden hydrophobierend wirkenden Redispersionspulver (1 bis 3 %) durch eine wesentlich bessere Langlebigkeit auszeichnen, da sie als filmbildende Materialien auch nach Jahren nicht aus dem Mörtel ausgewaschen werden. Außerdem führt die Verwendung von hydrophobierend wirkenden Redispersionspulvern nicht zu Benetzungsproblemen beim Anmachen des Trockenmörtels mit Wasser, wie dies beim Einsatz von anderen Hydrophobierungsmitteln der Fall ist. Hydrophobierend wirkende Redispersionspulver verbessern als Bindemittel außerdem sehr wirkungsvoll die Haftung des abgebundenen Mörtels am Untergrund (siehe Abschnitt 3.1.2).

**Verflüssiger** haben großen Einfluss auf den Wasserbedarf eines Mörtels. Ein Mörtel, der Verflüssiger enthält, benötigt zur Erzielung der gleichen Konsistenz weniger Wasser als üblich. Bei gleicher Wasserzugabe erhält man eine flüssigere Konsistenz. Den Verflüssigungseffekt erklärt man sich modellhaft [15] dadurch, dass die unterschiedliche Oberflächenladung der Zementpartikel bei ihrer Agglomeration zur Einlagerung von Wasser führt. Durch die Adsorption der Verflüssiger werden die Oberflächen der Zementpartikel entladen und das Wasser wird freigesetzt. Je nach gesetzlichen Vorschriften und technischen Anforderungen werden entweder Casein (zahlreiche Hersteller) oder synthetische Verflüssiger verwendet, z. B. auf Basis von Ligninsulfonaten, Naphthalin-, Melamin-Formaldehyd-Kondensaten oder Polyethercarboxylaten. Hersteller sind beispielsweise SKW (Troostberg), Sika (Schweiz) und Perstorp (Schweden). Verflüssiger werden vorwiegend in Mörteln verwendet, welche über sehr gute Fließ- und Selbstverlaufs- und Nivelliereigenschaften verfügen müssen, z. B. selbstverlaufende Fußbodenspachtelmassen, Fließestriche und Fließbettmörtel. Verflüssiger werden normalerweise im Bereich von 0,2–1 % auf Trockenmischung dosiert.

Fasern lassen sich in zwei Gruppen einteilen: Lange Fasern werden in erster Linie zur Armierung von Mörteln eingesetzt. Kurze Fasern (z. B. Arbocel® und Lignocel® von J. Rettenmaier & Söhne, Ellwangen-Holzmühle) werden eingesetzt, um die Verarbeitungseigenschaften des Nassmörtels und den Wasserbedarf zu beeinflussen.

**Entschäumer** senken den Luftanteil in Nassmörteln (z. B. Agitan®-P-Produkte von Münzing Chemie, Heilbronn). Es werden auch Entschäumerpulver auf anderer chemischer Basis verwendet (hauptsächlich Kohlenwasserstoffe, Polyglykole oder Polysiloxane auf einem anorganischen Träger).

#### 4. Herstellung

Die Herstellung, Lagerung sowie Transport und Qualitätskontrolle von Trockenmörteln werden in der DIN 18557 [16] definiert.

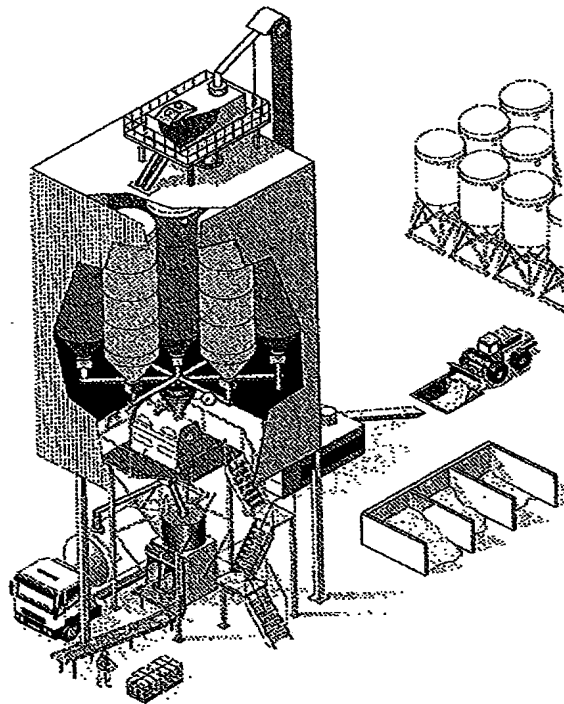


Abbildung 4: Schematische Darstellung einer Trockenmörtelanlage (m-tec, Neuenburg)

Moderne Trockenmischanlagen (Abb. 4) mit Produktionskapazitäten zwischen 40 000 und 250 000 Tonnen pro Jahr beanspruchen in den meisten Fällen nur eine geringe Grundfläche, da die Produktionslinie vertikal ausgerichtet ist und die Rohstoffsilos oberhalb der Mischvorrichtung angebracht sind. Nach einer Qualitätseingangskontrolle werden die Rohstoffe von geeigneten Materialtransportsystemen in die verschiedenen Silos im obersten Bereich der



Anlage befördert. Dadurch können die Rohstoffe für die laufende Produktion überwiegend durch Gravitation in die Mischanlage gefördert werden, was hohe Investitionen für Materialtransportanlagen erübrigt und die Betriebskosten niedrig hält. Durch Schwerkraft oder über geeignete Fördersysteme (Dosierschnecken, Druckluft) werden sie in die hochpräzisen Wiegebehälter transferiert. Die vollautomatische elektronische Steuerung beschickt die Mischeinheit mit sämtlichen für die Rezeptur eines bestimmten Trockenmörtels erforderlichen Rohstoffen. Als Mischeinheiten werden meistens Spezialmischer verwendet, welche für die gesamte Palette von Trockenmörteln (von sehr feinteiligen bis zu grobkörnigen Werk trockenmörteln) geeignet sind. Mischeinheiten dieser Art sind in vielen unterschiedlichen Größen und Bauformen erhältlich und ermöglichen schnelles und homogenes Mischen bei kurzen Chargenzykluszeiten. Die Temperatur der Trockenmischung sollte beim Mischvorgang zu keinem Zeitpunkt einen Wert von 50 °C überschreiten, um einer Schädigung der thermoplastischen und empfindlichen organischen Zusatzstoffe zu vermeiden. Nach der für effiziente und moderne Mischeinheiten üblichen kurzen Mischdauer von ungefähr 3 bis 10 Minuten wird der homogene fertige Trockenmörtel in die Zwischenprodukt-Lagersilos überführt. Nach der Qualitätskontrolle wird der Trockenmörtel anschließend in die Transportsilos oder zu den Absackungs- und Palettierungseinheiten überführt und kann somit als Sack- oder Siloware zur Baustelle transportiert werden. Abbildung 5 zeigt eine typische Trockenmörtelanlage.

Bei der Herstellung von Trockenmörteln muss die Qualität aller eingesetzten Rohstoffe, insbesondere das mineralische Schüttgut, gemäß den gültigen nationalen Normen kontrolliert werden (z. B. gilt für Zemente die Richtlinie EN 196). Falls die Zuschlagstoffe wie Quarzsand nicht in den entsprechenden Qualitäten erhältlich sind, muss die Trockenmörtelanlage außerdem über Vorrichtungen zum Mahlen, Waschen, Trocknen und zur Sichtung in verschiedene Siebfraktionen verfügen. Die Restfeuchte sämtlicher Füll- und Zuschlagsstoffe darf einen Wert von 0,3 % nicht übersteigen. Nach dem Trocknen sollte die Temperatur der Sande vor deren Verwendung im Mischprozess nicht höher als 60 °C sein. Die Siebkurven (Kornverteilungskurven) der einzelnen Füllmittelfraktionen sollten konstant sein und keine großen Schwankungen aufweisen (z. B. durch Mischen mehrerer Unterfraktionen).

Die Form, Größe und Anzahl der Rohstoffsilos sowie die Gestaltung der gesamten Misch- und Verpackungseinheit sind von den zur Verfügung stehenden Rohstoffen abhängig sowie von der Anzahl, der Art und dem Volumen der verschiedenen Trockenmörtel, die in der Trockenmörtelanlage hergestellt werden sollen. Für sämtliche Gipsprodukte wird üblicherweise eine getrennte Produktionslinie verwendet, um einen Kontakt oder eine Vermischung der Zementprodukte mit Gips zu verhindern.

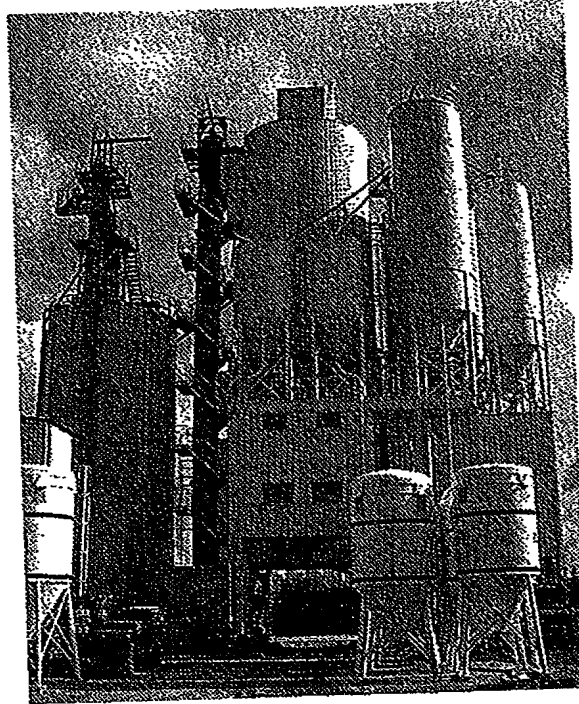


Abbildung 5: Typische Trockenmörtelanlage (m-tec, Neuenburg)

## 5. Prüfung

**Konsistenz.** Um einen Mörtel auf einen Untergrund auftragen zu können, muss er mit einer bestimmten Menge Wasser angemacht werden. Erfahrene Bauarbeiter mischen den Trockenmörtel nach Gefühl mit genau der Wassermenge an, welche exakt die für eine spezifische Anwendung gewünschte Konsistenz ergibt. Mit einer größeren oder kleineren Menge Anmischwasser ergeben sich unerwünschte Mörtel-eigenschaften. Die zum Anmachen benötigte Wassermenge wird durch den Wasser/Feststoff-Faktor (W/F) festgelegt.

Bei der Entwicklung eines Trockenmörtels sollten die W/F-Werte so eingestellt werden, dass eine Mörtelkonsistenz erhalten wird, wie sie auch in der Praxis auf der Baustelle zur Anwendung kommt. Wenn Rezepturen verglichen werden sollen, welche sich durch Art und Menge der verwendeten Additive unterscheiden, dann macht es im Allgemeinen wenig Sinn, diesen Vergleich für alle Mörtel bei gleichem W/F-Wert durchzuführen, da fast alle Additive eine Änderung der Konsistenz oder des W/F-Wertes bewirken. Um die Mörtelkonsistenz einzustellen und unterschiedliche Rezepturen vergleichen zu können, stehen verschiedene Prüfverfahren zur Verfügung. Die Konsistenz von Baumörteln, Grund- und Dekorputzen wird über das Ausbreitmaß definiert, welches so ähnlich wie in der Betonindustrie bestimmt wird (→ Zement und Beton). Die Normen DIN 1168, Teil 2 (nur für Produkte auf Gipsbasis) [17], DIN EN 13279,

Teil 2 [18] und DIN 18555, Teil 2 (für Mörtel mit mineralischen Bindemitteln) [13] definieren das Ausbreitmaß wie folgt: als Ausbreitmaß wird der Durchmesser in Millimeter eines Nassmörtels bezeichnet, welcher nach Entfernen einer zuvor damit gefüllten Form und anschließendem schlagartigem Rütteln auf einer ebenen Unterlage erreicht wird [13]. Die Konsistenz von flüssigeren Produkten wie selbstverlaufenden Bodenspachtelmassen oder gleißfähigen Fliesenklebern kann durch das Fließausbreitmaß bestimmt werden. Bei diesem Verfahren ist kein Rütteln erforderlich. Die Konsistenz eines Fliesenklebers oder anderer Mörtel kann auch über Viskositätsmessungen kontrolliert werden.

**Wasserrückhaltevermögen.** Die DIN 18555, Teil 7 [13] beschreibt die Bestimmung des Wasserrückhaltevermögens. Der Wasser absorbierende Untergrund wird durch saugfähige Filterplatten simuliert. Die Prüfung wird mit Mörteln durchgeführt, deren Konsistenz praxisgerecht eingestellt ist. Der Nassmörtel wird auf Filterplatten aufgetragen und nach einer festgelegten Zeit wird die Menge des von den Filterplatten absorbierten Wassers durch Wiegen bestimmt. Aus der absorbierten Wassermenge wird das Wasserrückhaltevermögen in % berechnet. Unterschiedliche Mörtelarten müssen über ein ganz bestimmtes Wasserrückhaltevermögen aufweisen, um gute Verarbeitungs- und Anwendungseigenschaften zu erzielen.

**Abbindezeit.** Das Abbindeverhalten von Bauputzen auf Gipsbasis wird durch den so genannten Vicat-Nadeltest gemäß DIN EN 13279, Teil 2, und DIN 1168, Teil 2 ermittelt [17], [18] und ist wie folgt definiert: der Beginn des Abbindevorgangs wird als die Zeit in Minuten bezeichnet, bei welcher die Vicat-Nadel während des Penetrationstestes nicht mehr bis zu einer festgelegten Tiefe in den Nassmörtel eindringen kann. Die gewertete Zeit beginnt ab dem Anmischen des Trockenmörtels mit Wasser. Grobkörnige Systeme wie zementhaltige Außen- und Innenputze sind für das Vicat-Testverfahren weniger geeignet.

**Luftgehalt.** Frisch angemachte Mörtel enthalten Poren, die einerseits von Luftporenbildnern erzeugt werden können oder durch die an der Oberfläche der Feststoffe des Trockenmörtels adsorbierte Luft entstehen. DIN 18555 Teil 2 [13] beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung der Gesamtmenge der Luftporen in einem Frischmörtel. Hierbei wird das Gesamtluftvolumen bestimmt, ohne dass eine Angabe über die Größe oder Verteilung der Luftporen möglich ist. Der Luftgehalt eines Frischmörtels wird durch eine Druckmethode bestimmt. Dabei wird ein Druckmessbehälter mit einem Volumen von 1 dm<sup>3</sup> zur Aufnahme des Nassmörtels unter Normaldruck verwendet. In einer separaten Druckkammer wird ein definierter hoher Druck erzeugt, welcher durch Öffnen eines Ventils in den Messbehälter mit dem Mörtel entspannt wird. Der Abfall des Drucks im Messgerät dient als Maß für den Luftgehalt des Nassmörtels [13].

**Korngrößenanalysen** erfolgen überwiegend durch Siebanalysen. Die Restmengen in den Prüfsieben mit verschiedenen Maschenweiten werden ausgewogen und in Prozent von der Menge des ursprünglich aufgetragenen Trockengemischs angegeben. Stellt man den Partikeldurchmesser als Funktion des prozentualen Siebdurchgangs dar, ergibt sich die jeweilige Korngrößenverteilungskurve, welche für jeden Trockenmörtel eine spezifische Form aufweist. Trockenmörtel unterscheiden sich je nach Anwendung auch dadurch, ob sie feinteilig oder eher grobkörnig sind (Abb. 6). Der Korngrößenbereich der meisten Trockenmörtel liegt zwischen 0,1 und 4 mm.

Bei bestimmten Anwendungen ist eine hohe Nassmörteldichte erforderlich, um hohe Druckfestigkeiten zu erzielen. In diesen Fällen sollte die Kornverteilung aller mineralischen Komponenten entsprechend optimiert werden. Vereinfacht ausgedrückt sollen die Zwischenräume zwischen den größeren Teilchen mit kleineren Teilchen gefüllt werden, um so eine möglichst dichte Packung zu erzielen. Die optimale Korngrößenverteilung lässt sich berechnen und als Fuller-Kurve darstellen (Abb. 7).

**Offene Zeit.** Im Baustellenjargon ist die „Offenzeit“ oder offene Zeit ein allgemeiner Ausdruck für die Länge des Zeitraums, in dem ein frisch angemachter Mörtel verwendet werden kann und nach Applikation seine Funktionen erfüllen kann. Der Ausdruck „Offenzeit“ wird hauptsächlich beim Einsatz von Fliesenklebern verwendet, in manchen Fällen aber auch für Außen- und Innenputze. In den drei folgenden Beschreibungen wird die „Offenzeit“ präziser definiert: Die frühere DIN 18156 (Teil 2) definiert als „Offenzeit“ die Zeit zwischen dem Auftrag der Mörtelschicht und der Bildung einer Haut an dessen Oberfläche. Die Hautbildung lässt sich nur qualitativ mit einem Wattebausch testen. In einem weiteren Prüfverfahren wird die „Offenzeit“ als diejenige Zeit definiert, nach welcher die Fliesenrückseite mindestens noch zu 50 % ihrer Fläche durch den Klebemörtel benetzt ist. Heutzutage testen die Labors in Europa die Offenzeit hauptsächlich gemäß EN 1346 [19]. Hier bezeichnet die Offenzeit (in Minuten) den maximalen Zeitbereich zwischen dem Kleberauftrag und dem Einlegen der Fliese in das Kleberbett, nach welchem die erforderliche Haftzugfestigkeit eines Fliesenklebers gemäß DIN 12004 noch erreicht wird. Die Prüfzeiten sind 5, 10, 20 und 30 Minuten.

**Standfestigkeit.** Ein Fliesenkleber muss über ein gutes Standvermögen verfügen, insbesondere bei der Verlegung von schweren Fliesen und Natursteinen wie z.B. Marmorplatten, aber speziell auch dann, wenn wie meist üblich, Wände nicht von unten nach oben, sondern von oben nach unten verfliesen werden (wie z.B. in Deutschland). Werden die Fliesen von unten beginnend nach oben verlegt, dann können die unteren Fliesen die oberen unter Verwendung von Abstandshaltern abstützen und somit verhindern, dass diese abrutschen. Die Standfestigkeit wird mit einer Standardfliese im Format 10 x 10 cm und einem

Abbildung 6. Maximale Korngrößen verschiedener Mörtel in Europa (mm)

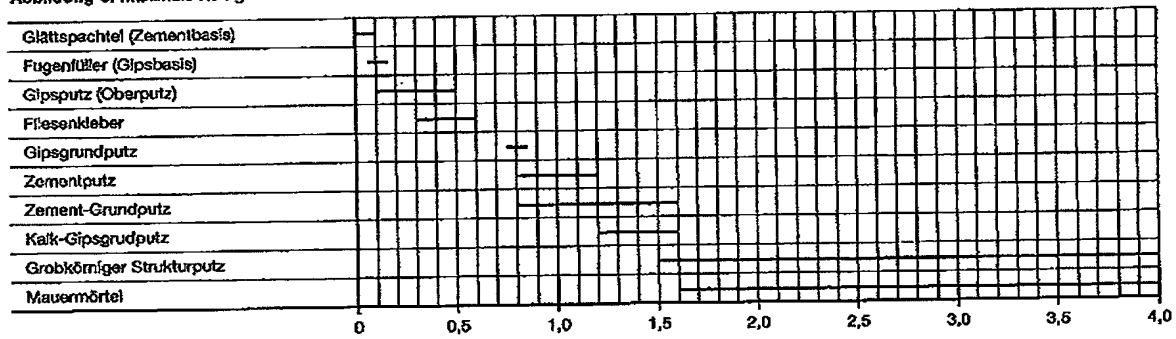
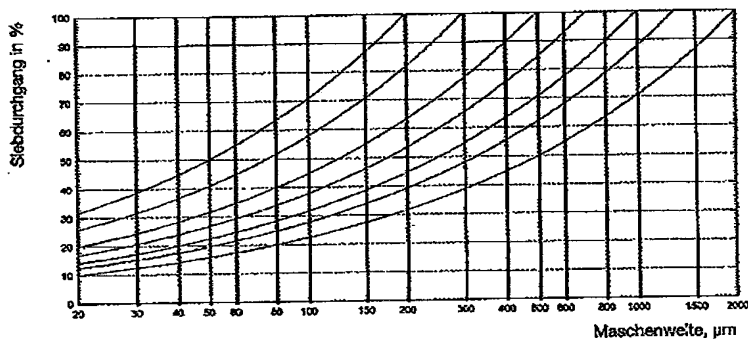


Abbildung 7. Nach der Fuller-Gleichung berechnete Korngrößenverteilungskurven



Gewicht von 200 g auf einer Betonplatte gemäß EN 1308 [20] gemessen.

Die **Haftzugfestigkeit** ist eine wichtige Eigenschaft vieler Trockenmörtel und beschreibt deren Haftung auf unterschiedlichen Untergründen. Für Fliesenkleber definiert EN 1348 [21] vier Lagerungsbedingungen: Standardlagerung (28 Tage unter Standardklima), Lagerung im Wasser, Lagerung nach Frost/Tau-Zyklen und die kritische Wärmelagerung.

## 6. Anwendungen

### 6.1. Mauermörtel und verwandte Klebemörtel

Mauermörtel werden zum Verbinden von Bausteinen aller Art verwendet, zum Beispiel rote Tonziegel mit geringer Wasseraufnahme, stark absorbierende Kalksandsteinziegel sowie Porenbetonsteine. Traditionell werden Bausteine mit hohem als auch mit niedrigem Absorptionsverhalten mit dickschichtigen Mauermörteln verlegt, welche nicht über ein hohes Wasserrückhaltevermögen verfügen müssen. Heutzutage werden immer häufiger dünnere Klebemörtel eingesetzt, insbesondere zur Verklebung von hoch wärmedämmenden Planziegeln oder Planblockbausteinen. Diese Klebemörtel müssen

neben einem guten Wasserrückhaltevermögen auch über eine hohe Klebekraft verfügen. In Tabelle 2 sind die unterschiedlichen Rezepturen für traditionelle Mauermörtel und Klebemörtel aufgeführt. DIN 18555, Teil 1–9, [13] beschreibt die Prüfungen für Mörtel auf Basis von mineralischen Bindemitteln. Die meisten dieser Prüfverfahren gelten sowohl für Mauermörtel als auch für zementäre Putze und Gipsputze.

Tabelle 2: Typische Rezepturen eines Mauermörtels und eines Klebemörtels für Porenbeton (in Gewichtsanteilen)

Bestandteil	Mauermörtel	Klebemörtel für Porenbeton
Zement (z. B. CEM I 32,5R)	12 - 20	36
Kalldhydrat	0 - 6	4
Kalksteinmehl, 0–0,1 mm	10 - 20	
Quarz- oder Kalksteinsand, 0–4 mm	60 - 80	
Quarzsand 0–0,5 mm		60
Luftporenbildner	0,01 - 0,03	
Methylcellulose, mittlere Viskosität	0,02 - 0,04	
Methylcellulose, hohe Viskosität		0,3 - 0,4

## 6.2. Grund- und Dekorputze

Putz wird in DIN 18550, Teil 1, definiert als Putzmörtel oder Beschichtungsmaterial, welches ein- oder mehrlagig in einer definierten Schichtdicke auf Wände oder Decken aufgetragen wird und welcher seine End Eigenschaften durch Erhärten auf dem zu beschichtenden Untergrund erreicht [22]. Die verschiedenen Arten von Grund- und Dekorputzen werden über den eingesetzten Bindemitteltyp klassifiziert:

- Außen- und Innenputzmörtel mit mineralischen Bindemitteln (Zement, Gips und eventuell Kalkhydrat)
- Edelputzmörtel mit Zement, Redispersionspulver und eventuell Kalkhydrat als Bindemittel (siehe Abschnitt 5).

Trockenmörtel für Grund- und Dekorputze mit anderen Bindemitteln wie zum Beispiel Kaliwasserglas, Redispersionspulver als Alleinbindemittel, Kalkhydrat als Alleinbindemittel und Lehm werden hier nicht betrachtet. Putze müssen eine ganze Reihe von physikalischen Funktionen erfüllen, zum Beispiel Schutz vor der Witterung bzw. vor chemischen oder mechanischen Einwirkungen. Als Witterungseinflüsse sind mögliches Eindringen von Feuchtigkeit und Wasser oder Temperaturschwankungen zu berücksichtigen. Außenputze müssen hinreichenden Schutz vor eindringendem Regen bieten, Innenputze für Badezimmer und andere Nassräume müssen gegen hohe Feuchtigkeit beständig sein. In diesen Fällen werden Zement- oder Kalkzementmörtel eingesetzt. Alle Grund- und Dekorputze müssen außerdem über eine gute Wasserdampfdurchlässigkeit verfügen.

Mineralische Grund- oder Unterputze, welche in der Regel einschichtig in einer Stärke von ca. 10–30 mm aufgetragen werden, dienen als homogener, glattflächiger und tragfähiger Untergrund für später aufgebrachte Deckbeschichtungsmaterialien, wie zum Beispiel Keramikfliesen, Dekorputze und Dekorbeschichtungen, Tapeten und Farben. Zementäre Putze werden für den Außenbereich und im Innenbereich für Nassräume verwendet, Gipsputze dagegen ausschließlich für trockene Innenräume.

Heutzutage werden in den meisten europäischen Ländern (außer Großbritannien) Außen- und Innenputze nicht mehr von Hand sondern maschinell appliziert. Damit ein Außen-/Innenputz für die maschinelle Anwendung geeignet ist, muss er im Vergleich zu Handputzen zusätzlichen Anforderungen genügen. Ein Maschinenputz muss zum Beispiel beim Anmischen mit Wasser sehr schnell die erforderliche Verarbeitungskonsistenz erreichen und ein hohes Wasserrückhaltevermögen aufzuweisen. Beide Eigenschaften werden durch den Einsatz der geeigneten Methylcellulose erreicht. Neben dem Trend zur maschinellen Anwendung besteht auch die Tendenz, zunehmend mehr Leichtputze einzusetzen.

### Zement- und Kalkzement-Grundputze.

Die Hauptanforderungen an Zement- und Kalkzement-Grundputze sind eine hohe Standfestigkeit bei der Anwendung, einfache Verarbeitung, geringe Klebrigkeit am Glättwerkzeug und ein Abbinden ohne Rissbildung. Damit diese Anforderungen erfüllt werden können, muss die Rezeptur eine optimale Kornverteilung aufweisen und Additive wie Methylcellulose, Stärkeether und Luftporenbildner enthalten. In Tabelle 3 sind typische Rezepturen für einen Kalkzement-Grundputz und einen Leichtputz auf Zementbasis aufgeführt.

Tabelle 3.: Typische Rezepturen eines Standard-Kalkzement-Grundputzes und eines Leichtgrundputzes auf Zementbasis (in Gewichtsanteilen)

Bestandteil	Kalkzementputz	Zementärer Leichtputz
Portlandzement (z. B. CEM 1 32,5R)	8 - 12	18 - 25
Kalkhydrat	6 - 8	0 - 5
Quarzsand (0,2-0,8 mm)	80 - 85	
Kalksteinsand		60 - 75
Kalksteinmehl		5 - 7
Polystyrolkugeln		1 - 2
Stärkeether		0,01 - 0,02
Hydrophobierungsmittel	0,15 - 0,25	0,1 - 0,2
Luftporenbildner	0,015 - 0,03	0,03 - 0,05
Methylcellulose,	0,08 - 0,12	0,1 - 0,12
Viskosität 15 000 mPa·s		

Leichtputze zur Wärmeisolierung werden in DIN 18550, Teil 3 und 4 [22] spezifiziert.

**Gipsputze** (→ Calciumsulfat). Die erforderlichen Arbeitsabläufe zur Herstellung und Applikation eines Gipsputzes sind im Vergleich zu Zementputzen komplizierter und zeitaufwändiger, daher sind auch die Rezepturen für typische Gipsputze komplexer. Ganz wesentlich ist dabei immer die richtige Einstellung der Verzögerung der Gipserstarrung, damit die Anwender alle erforderlichen Schritte abschließen können, bevor die Oberfläche zu trocken oder gar hart wird. Da die traditionelle Arbeitsweise in vielen Ländern unterschiedlich ist, müssen die vor Ort verwendeten Rezepturen stets an die verschiedenen Arbeitsverfahren angepasst werden. Ein wesentlicher Unterschied bei der Applikation von Gipsputzen ist beim letzten Bearbeitungsschritt, dem zweiten Glättungsschritt, zu beobachten. In Mitteleuropa wird die Oberfläche mit Wasser befeuchtet, anschließend wird die Oberfläche mit einem Schwammbrett bearbeitet, wodurch es zu einer Anreicherung von Feinanteilen aus dem Putz an dessen Oberfläche kommt. Anschließend wird diese Schicht mit einem Glättspachtel abgezogen, so dass eine sehr glatte Oberfläche entsteht. In Südeuropa und Großbritannien wird die Oberfläche vor dem letzten Glätten nicht mehr befeuchtet, was dann eine rauere Oberfläche ergibt. Wenn nach diesem Verfahren dennoch eine glatte Oberfläche erzielt werden soll, dann muss ein feinkörniger Oberputz appliziert werden.

Gipsleichtputze mit Perlite oder Vermiculit sind heute weit verbreitet. Ganz speziell bei diesen Putzarten spielt die Methylcellulose (MC) eine wichtige Rolle bei der Verbesserung der Ergiebigkeit und der Kostenersparnis. Bei einem Maschinen-Gipsleichtputz ermöglicht die Wahl der richtigen MC eine Einsparung von 100-200 l Perlite pro Tonne Putz bei gleicher Ergiebigkeit im Vergleich zum Einsatz einer nicht speziell modifizierten MC. Eine derartige MC ergibt eine um etwa 10 % höhere Ergiebigkeit bei Putzmörteln.

Die praxisrelevante Ergiebigkeit eines maschinell aufgetragenen Leichtputzes lässt sich nur durch einen Spritzversuch bestimmen. Typische deutsche Gipsleichtputze besitzen bei maschineller Applikation eine Ergiebigkeit im Bereich von 80 l / 100 kg Trockenmörtel, bei Gipskalkputzen bis zu 120 l / 100 kg Trockenmörtel.

Die entsprechenden technischen Standards sind im Normentwurf DIN EN 13279, Teil 1 und 2 [18] (bisher DIN 1168, Teil 1 und 2), beschrieben.

Tabelle 4 zeigt typische Rezepturen für einen Gipsputz, einen Gipskalkputz und einen Gipsleichtputz.

**Mineralische Edel- und Dekorputze.** Mineralische Gipsputze, Edelputze, Strukturputze und Glättspachtel sind jeweils Teil eines mehrschichtigen Systems und werden in der Regel auf einen dickeren Grundputz oder auf andere homogene, glatte Oberflächen (Beton, Gipskartonplatten etc.) aufgetragen. Im Außenbereich werden hauptsächlich Kalkzementputze als Dekorputzmaterial eingesetzt. Edelputze und Strukturputze müssen nicht nur eine optisch ansprechende Fassadenoberfläche ergeben, sondern müssen auch bauphysikalische Aufgaben erfüllen wie den dauerhaften Schutz der darunter liegenden Wandteile und Materialien vor Feuchtigkeit und Witterungseinflüssen.

Um die geforderten bauphysikalischen Aufgaben über einen langen Zeitraum erfüllen zu können, müssen mineralische Außenputze mehrere Eigenschaften aufweisen: gute Haftung am Untergrund, niedrige Wasseraufnahme bzw. wasserabweisende Wirkung (niedriger Wasseraufnahmekoeffizient), gutes Durch-

trocknungsverhalten (hohe Wasserdampfdurchlässigkeit) sowie geringe Neigung zur Rissbildung. Der Elastizitätsmodul (E-Modul) der mineralischen Beschichtung muss niedriger sein als der E-Modul der darunter liegenden Schichten.

In idealer Weise werden diese Anforderungen von den als Werk trockenmörtel hergestellten mineralischen Edelputzen erfüllt. Nach heutigem Sprachgebrauch sind Edelputze weiß oder in hellen Pastellönen pigmentierte Fassadenbeschichtungsmaterialien, mit denen die dekorative Endbeschichtung hergestellt werden kann, ohne dass ein nachfolgender Anstrich nötig wäre. Mineralische Edelputze setzen sich zusammen aus mineralischen Bindemitteln Kalk und Zement, Zuschlagstoffen (Füllstoffen), Pigmenten und Additiven wie Celluloseether und Stärkeether zur Verbesserung des Wasserückhaltevermögens und der Verarbeitungseigenschaften. Gegebenenfalls werden weitere Additive wie Luftporenbildner, Hydrophobierungsmittel, Verzögerer und Fasern zugesetzt. Die Anteile von Zement und Kalkhydrat können entsprechend den Anforderungen an die End Eigenschaften angepasst werden. Je höher der Zementgehalt ist, desto höher ist die Druckfestigkeit, die Härte und die Wasserbeständigkeit. Allerdings besteht aufgrund der höheren Sprödigkeit und des Schwindens des Mörtels auch eine größere Neigung zur Rissbildung. Je höher der Kalkhydratgehalt ist, desto besser sind die Verarbeitungseigenschaften und desto niedriger ist die Druckfestigkeit. Anstelle von Quarzsand können zusätzlich oder ausschließlich auch Carbonatfüllstoffe wie Marmor- oder Kalkstein verwendet werden. Die technischen Eigenschaften des Edelputzes lassen sich durch Zugabe organischer Polymerbindemittel in Form von Redispersionspulvern deutlich verbessern. Die verschiedenen Strukturen des erhärteten Mörtels entstehen durch unterschiedliche Korngrößenverteilung der verwendeten Füllstoffe (strukturegebende Kornfraktionen) sowie durch die Applikationsmethode (Spritz-, Pinsel-, Spachtel-, Rollen Auftrag, etc.). Mineralische Edelputze werden manuell, heutzutage aber in zunehmendem Maße auch maschinell appliziert.

Die DIN Norm 18550 [22] definiert die technischen Anforderungen und die Anwendung von minerali-

Tabelle 4: Typische Rezepturen für einen Gipsputz, einen Gipskalkputz und einen Gipsleichtputz (in Gewichtsanteilen)

Bestandteil	Gipsputz	Gipskalkputz	Gipsleichtputz
Gips	74 - 98	40 - 50	70 - 100
Kalksteinsand		20 - 35	
Kalkhydrat	1,5 - 5	15 - 20	2 - 5
Perlite		0,3 - 0,8	3 - 5
Stärkeether	0,01 - 0,04	0,01 - 0,03	0,01 - 0,05
Luftporenbildner	0,015 - 0,03	0,015 - 0,03	0,01 - 0,03
Erstarrungsverzögerer	0,025 - 0,05	0,025 - 0,04	0,025 - 0,04
Methylcellulose, Viskosität 30 000 mPa s	0,16 - 0,23	0,16 - 0,23	
Methylcellulose für hohe Ergiebigkeit			0,2 - 0,24

schen Außenputzen sowie von Edelputzbeschichtungssystemen.

### 6.3 Fliesenkleber

Keramische Werkstoffe zur Verkleidung von Innenwänden und Außenflächen von Gebäuden sind keineswegs eine neue Erfindung. Die ersten keramischen Wandverkleidungen in Form von Fresko- und Mosaikfliesen wurden vor ca. 3 500 Jahren in Ägypten, Persien und China hergestellt und verlegt. Mit Fliesen lassen sich attraktive und dekorative Oberflächen gestalten, sie bieten aber auch wichtige funktionale Vorteile, da sie wasserabweisend, widerstandsfähig, langlebig, hygienisch und leicht zu reinigen sind. Aus diesen Gründen sind Fliesen wichtige Boden- und Wandbekleidungsmaterialien für die Bauindustrie. 1999 wurden ca.  $4,5 \times 10^9 \text{ m}^2$  Fliesen hergestellt und verlegt. Die wichtigsten Märkte sind Asien ( $1,9 \times 10^9 \text{ m}^2$ ), gefolgt von Europa ( $10^9 \text{ m}^2$ ) und Amerika ( $0,9 \times 10^9 \text{ m}^2$ ).

Für Innenanwendungen werden hauptsächlich Steinzeugfliesen (nicht-frostsichere poröse Fliesen mit einer Wasseraufnahme von ungefähr 25 % gemäß EN 87) verwendet [23]. Die frostbeständigen Steinzeugfliesen (nicht-poröse Fliesen mit einer Wasseraufnahme von ca. 1 %) kommen für Innen- und Außenanwendungen zum Einsatz. Im Innen- und Außenbereich werden zudem seit langem unterschiedliche Arten von Natursteinplatten verwendet. Heutzutage werden in zunehmendem Maße im Außen- und Fußbodenbereich die hartgepressten Feinsteinzeugfliesen (Porzellanfliesen) mit ihrer extrem niedrigen Wasseraufnahme ( $< 0,1 \%$ ) und vorzüglicher Kratz-, Verschleiß- und Witterungsbeständigkeit bevorzugt. Außerdem besteht ein Trend, zunehmend größere Fliesenformate zu verwenden (großformatige Fliesen bis zu  $40 \times 40 \text{ cm}$ ).

Früher wurden Keramikfliesen und Natursteine ausschließlich im sogenannten Dickbettverfahren mit Hilfe von auf der Baustelle hergestellten Mörteln verlegt. Bei dieser Methode werden Sand und Zement auf der Baustelle gemischt, um so einen einfachen Zementmörtel mit einem Zement/Sand-Verhältnis von ungefähr 1/4 bis 1/5 zu erhalten. Dieser Mörtel wird anschließend 15–30 mm dick auf die Rückseite einer zuvor in Wasser getauchten oder angefeuchteten Fliese aufgetragen, anschließend wird die Fliese mit dem Mörtel auf die zu verfliesende Oberfläche gedrückt. Die Fliesen müssen danach ins Mörtelbett eingeklopft werden, um eine gleichmäßig ebene Fliesenoberfläche zu erzielen. Dabei wird das Mörtelbett auf eine Enddicke von 10–25 mm zusammengepresst. Diese Vorgehensweise sorgt nicht nur für eine Kompaktierung des Mörtels, sondern führt auch dazu, dass feine Zementpartikel in die poröse Rückseite der Fliesen und in den porösen Untergrund gedrückt werden. Nach der Erhärtung des Zementmörtels bewirkt dies sowohl eine mechanische Verankerung oder Verkrallung der Fliese im Mörtelbett, als auch eine mechanische Verankerung des Mörtels auf dem Untergrund. Da diese einfachen Mörtel über

kein Standvermögen verfügen, die Fliesen somit im Kleberbett abrutschen würden, muss mit der Verlegung der Fliesen am unteren Wandende begonnen werden. Zudem müssen Abstandhalter zwischen den Fliesen eingesetzt werden, auch um einen gleichmäßigen Fugenabstand zwischen den Fliesen zu erhalten.

Diese Methode ist ein sehr zeit-, kosten- und materialaufwändiges Verfahren, welches nur von erfahrenen Handwerkern zu beherrschen ist. Diese müssen zunächst beurteilen, ob Untergrund und Fliesenmaterial für die Anwendung des Dickbettverfahrens geeignet sind. Entsprechend ihrer Porosität müssen die Fliesen eine bestimmte Zeit vorgewässert werden, der Mörtel muss im richtigen Verhältnis gemischt und in der richtigen Konsistenz mit Wasser angemacht werden, und es muss schließlich die richtige Mörtelmenge auf die Rückseite der Fliese aufgetragen werden. In der modernen Bauindustrie ist jedoch von noch größerem Nachteil, dass die Anwendung des Dickbettverfahrens mit zahlreichen technischen Einschränkungen und Nachteilen verbunden ist. Da der Mörtel eine mechanische Verzahnung zu Fliese und Untergrund schaffen muss, ist die Anwendung dieses Verfahrens nur für die Verlegung von porösen und relativ kleinformatigen Fliesen auf wiederum porösen und formstabilen mineralischen Untergründen geeignet.

In den meisten industrialisierten Ländern hat aus diesen Gründen heutzutage das sogenannte Dünnbettverfahren die Dickbettmörteltechnik vollständig verdrängt. Beim Dünnbettverfahren wird der polymermodifizierte Werk trockenmörtel zunächst mit Wasser in der richtigen Konsistenz angemischt. Der Nassmörtel wird dann großflächig mit einer Zahnkelle auf die zu verfliesende Oberfläche aufgetragen, wobei ein gleichmäßig dickes, gekämmtes Mörtelbett entsteht. Der im Trockenmörtel eingesetzte Celluloseether verleiht dem Dünnbettmörtel ein gutes Wasserückhaltevermögen, sodass weder die Fliesen noch der Untergrund vorher befeuchtet werden müssen. Die Fliesen werden nun mit einer leichten Drehbewegung in das Mörtelbett eingedrückt. Durch eine optimierte Zusammensetzung der Rezeptur und Einsatz von geeigneten Additiven wird sichergestellt, dass die in das frische Mörtelbett eingelegten Fliesen nicht abrutschen. Somit erübrigt sich, anders als beim Dickbettverfahren, das Anbringen von Abstandhaltern zwischen den Fliesen und der Fliesenleger kann somit die Fliesen von oben beginnend verlegen. Bei der Dünnbettmethode erhält man je nach Stärke der Zahnung der verwendeten Kelle (üblicherweise  $6 \times 6 \times 6 \text{ mm}$ , abhängig von der Größe der Fliesen und der Ebenheit des Untergrundes) ein Klebemörtelbett mit einer Dicke von ungefähr 2–4 mm. Das Dünnbettverfahren ist im Vergleich zur Dickbettmörteltechnik deutlich effizienter. Bei der Dünnbetttechnik wird deutlich weniger Material verbraucht, die Methode ist weit universeller einsetzbar und deutlich einfacher, schneller und sicherer anzuwenden. Dies gilt auch dann, wenn stark unebene Untergründe zuerst mit einem Ausgleichsmörtel nivelliert werden müssen.



Abbildung 8: Applikation eines Dünnbett-Fliesenklebers (Einlegen der Fliesen in das Kleberbett nach Auftrag des Klebemörtels mit einer Zahnkelle auf der zu verfliesenden Wand), Bild Wacker Polymer Systems

Bei Anwendung des Dünnbettverfahrens (Abb. 8) und Einsatz von qualitätsüberwachten Dünnbettmörteln können sämtliche technische Anforderungen der modernen Bauindustrie erfüllt werden, und zwar unabhängig von der Vielfalt der Untergrund- und Bekleidungsmaterialien und auch unter Berücksichtigung verschiedenster extremer klimatischer Bedingungen. Heutzutage steht eine umfangreiche Palette von verschiedenartigen Fliesenklebern zur Verfügung, welche speziell auf die Art des zu verfliesenden Untergrundes und das jeweilige Fliesenmaterial zugeschnitten sind. Dies umfasst normal und schnell abbindende Standard- und Flexkleber, aber auch Spezialklebemörtel wie zum Beispiel Klebemörtel auf Basis von Weißzement für die Verlegung von Natursteinen, Wasser absperrende Kleber, Fließbettmörtel für Bodenfliesen, Kleber auf Gipsbasis und hochflexible Klebemörtel für frische Estriche.

Trockenmörtel, welche zur Verlegung von Fliesenbelagsstoffen im Dünnbettverfahren eingesetzt werden, müssen den folgenden technischen Anforderungen genügen: gute Verarbeitungseigenschaften, gutes Wasserrückhaltevermögen, lange offene Zeit und Korrigierzeit auch bei hohen Temperaturen sowie gute Standfestigkeit. Nach dem Abbinden und Erhärten muss der Zementmörtel insbesondere über eine gute Haftung und hohe Kohäsion zwischen allen Arten von Beschichtungsmaterialien (z. B. Natursteine, Keramikfliesen aller Art) und den verschiedenen Untergründen (z. B. Betonoberflächen, Kalkzementputze, Holzplatten, alte Fliesenbeläge, Gipskartonplatten, Porenbetonsteine, usw.) aufweisen und dies auch nach Einwirkung von Hitze, Frost und Feuchtigkeit (auch bei Dauerbeanspruchung). Zusätzlich zu einer guten Haftung muss der Dünnbett-Klebermörtel auch in der Lage sein, Spannungen zwischen dem Untergrund und den Fliesen zu absorbieren. Diese Spannungen können bei Temperaturwechseln – bedingt durch die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Beschichtungsmaterial und Substrat oder durch mögliche Verformungen bzw. Bewegungen des Untergrundes – zustande kommen.

Tabelle 6: Typische Grundrezepturen für zementäre Fliesenkleber

Klebertyp*	A	B
Portlandzement	45	35
Quarzsand (0,05 - 0,5 mm)	53,1 - 51,6	59,6 - 57,8
Celluloseether,		
Viskosität (ca. 40 000 mPa s)	0,4	0,3
Redispersionspulver	0 - 4	5 - 10
Additive/Zusatzstoffe (insofern für spezielle Eigenschaften benötigt)	(0 - 5)	(0 - 5)

\*Typ A = normaler polymermodifizierter Fliesenkleber

Typ B = flexibler hochwertiger Fliesenkleber

Dieses technische Eigenschaftsprofil lässt sich bei zementären Mörteln nur erreichen, wenn die Werk-trockenmörtel Celluloseether als Additiv und Redispersionspulver als polymeres Bindemittel enthalten. In Tabelle 5 sind typische Grundrezepturen für einen Standard-Fliesenkleber und einen flexiblen Fliesenkleber (Flexkleber) aufgeführt.

Die wichtigsten technischen Anforderungen für einen Fliesenkleber entsprechend den Europäischen Normen sowie die zugehörigen Testmethoden sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

#### 6.4. Fugenmörtel

Fugenmörtel dienen zum Verfüllen der Fugen zwischen Keramikfliesen oder Natursteinen im Wand- und Bodenbereich. Entsprechend formulierte Fugenmörtel auf Zementbasis eignen sich für die Anwendung im Innen- wie im Außenbereich. Diese zementären Werkstoffe müssen in Kombination mit dem Fliesenbelag eine optisch attraktive Oberfläche ergeben, sie müssen aber auch verschiedenartige physikalische Funktionen erfüllen können.

Fugenmörtel müssen in der Lage sein, Spannungen innerhalb des gesamten Wand- oder Bodenbelages abzubauen, außerdem müssen die Baustoffe unter der verfliesenden Fläche vor den negativen Folgen von eindringendem Wasser geschützt werden. Somit muss ein zementärer

Tabelle 7: Typische Rezepturen für Fugenmörtel

Fugenmörteltyp *	A	B
Portlandzement	25 - 30	20 - 25
Tonerdeschmelzzement (TSZ)	0 - 10	0 - 10
Pigmente (TiO <sub>2</sub> , Eisenoxide)		0 - 5
Füllstoff	75 - 58,9	79 - 51,9
(Quarzsand und/oder Carbonatfüllstoffe)		
Celluloseether	0 - 0,1	0 - 0,1
Redispersionspulver	0 - 2	1 - 5
Additive für bessere Verarbeitbarkeit	0 - 1	0 - 3

\*A: grauer Standard-Fugenmörtel für den Innen- und Außenbereich

B: hochwertiger pigmentierter Fugenmörtel mit glatter, feiner Oberfläche für den Innen- und Außenbereich



Tabelle 8: Übersicht der europäischen Normen für Fliesenkleber

Prüfung	Norm	Anforderungen
Fliesenkleber – Definitionen und Spezifikationen	EN 12004	
Definitionen und Terminologie	EN 1322	
Abbrutschw/derstand, Standvermögen	EN 1308	< 0,5 mm
Benetzungsvermögen	EN 1347	
Haftzugfestigkeit	EN 1348	Mindestanforderungen: > 0,5 N/mm <sup>2</sup> bei sämtlichen Lagerungsbedingungen Zusatzanforderungen: > 1,0 N/mm <sup>2</sup> bei sämtlichen Lagerungsbedingungen
Lagerungsbedingungen:		
Standardlagerung: 28 d NK*;		
Wasserlagerung: 7 d NK + 21 d in Wasser;		
Wärmealterung: 14 d NK + 14 d 70 °C + 1 d NK;		
Frost/Tau-Lagerung: 7 d NK + 21 d in Wasser + 25 Frost/Tau-Zyklen	EN 1346	> 20 min; oder > 30 min
Offene Zeit	EN 12002	< 2,5 mm; oder ≥ 2,5 mm < 5 mm; oder ≥ 5 mm
Verformbarkeit/Flexibilität Biegetest		

\* NK:= Normklima Lagerung bei 23 °C / 50 % rel. Feuchte; d = Tage

Fugenmörtel folgenden Anforderungen genügen: gute Haftung an den Fliesenflanken, geringes Schwinden, ausreichende Verformungsfähigkeit oder Flexibilität, hohe Abriebsfestigkeit, gute Härte und Kohäsion, geringe Wasseraufnahme und hervorragende Verarbeitbarkeit (geringe Kellenklebrigkeit des Nassmörtels). Entsprechend ihrer Anwendung lassen sich zwei Haupttypen von Fugenmörteln definieren (Tabelle 7).

Für weiße und farbige Fugenmörtel wird Weißzement als mineralisches Bindemittel verwendet, für farbige Fugenmörtel müssen alkalibeständige Pigmente wie Eisenoxide eingesetzt werden. Als Zuschlagstoffe bzw. Füllstoffe kommen Quarzsand und/oder evtl. auch ausschließlich geeignete carbonatische Füllstoffe zum Einsatz. Um die Ausblühneigung der zementären Fugenmörtel zu minimieren, ist die Verwendung von Hydrophobierungsmitteln sehr hilfreich, zusätzlich können Microsilica oder Trass mit eingesetzt werden. Die wichtigsten technischen Anforderungen für Fugenmörtel sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

### 6.5. Wärmedämmverbundsysteme

Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) wurden Anfang der siebziger Jahre in Europa entwickelt. Die erste Ölkrise 1973 in Deutschland in Verbindung mit staatlichen Subventionen für Hausbesitzer trugen stark zur Verbreitung des Systems bei. Von 1973 bis 1993 wurden in der Bundesrepublik Deutschland ca. 300 x 10<sup>6</sup> m<sup>2</sup> Fassadenfläche mit WDVS ausgerüstet [24]. Dadurch konnten über 18 x 10<sup>9</sup> l Heizöl eingespart werden. Neben diesen Energieeinsparungen reduziert sich außerdem der Schadstoff- und CO<sub>2</sub>-Ausstoß.

WDVS tragen auch deutlich zur Verbesserung des Wohnkomforts in Gebäuden bei, da Temperatur und Luftfeuchtigkeit über das gesamte Jahr besser konstant gehalten werden. Bauschäden an Gebäuden treten weniger häufig auf, da die Temperaturschwankungen in der Außenwandkonstruktion reduziert werden und weniger Kondensationsfeuchtigkeit im Mauerwerk anfällt. Wärmeisolation ist daher nicht nur eine sinnvolle Investition bei Neubauten, sondern auch eine gute Renovierungsmaßnahme, insbesondere dann, wenn ohnehin eine Fassadenrenovierung ansteht.

Tabelle 8: Wichtige Anforderungen, Prüfverfahren und Normen für Fugenmörtel auf Zementbasis

	Norm	Anforderungen
Fugenmörtel für Fliesen – Definitionen und Spezifikationen	prEN 13888	
Bestimmung der Wasseraufnahme	prEN 12808-5	Wasseraufnahme (WA) ermittelt mit Prismen 16 x 4 x 4 cm; Anforderungen: Grundanforderung: WA nach 30 min < 5 g, WA nach 240 min < 10 g Zusatzanforderung: WA nach 30 min < 2 g, WA nach 240 min < 5 g
Bestimmung der Abriebsfestigkeit	prEN 12808-2	Abriebsprüfung gemäß EN 102; Anforderungen: Grundanforderung: Abriebsvolumen < 2000 mm <sup>3</sup> Zusatzanforderung: Abriebsvolumen < 1000 mm <sup>3</sup>
Bestimmung des Schwindens	prEN 12808-4	Schwindmaß ermittelt an Prismen 16 x 4 x 4 cm nach 28 d NK*; Anforderungen: < 2 mm/m
Bestimmung der Biegezug- und Druckfestigkeit	prEN 12808-3	Biegezug- (BF) und Druckfestigkeit (DF) ermittelt an Prismen 16 x 4 x 4 cm nach 28 d NK und Frost/Tau-Zyklen; Anforderungen: BF > 3,5 N/mm <sup>2</sup> ; DF > 15 N/mm <sup>2</sup>

\* NK:= Normklima Lagerung bei 23 °C / 50 % rel. Feuchte; d = Tage



Das in den siebziger Jahren eingeführte erste WDVS bestand aus einem dispersionsgebundenen, pastösen Klebemörtel, dem auf der Baustelle Zement zugefügt wurde. Mit diesem Mörtel wurden Polystyrolschaumplatten an den zu isolierenden Wänden verklebt. Das gleiche Verfahren und Produkt wurde zur Einbettung des Glasgittergewebes verwendet, welches zusammen mit dem Mörtel als Armierungsschicht auf der verklebten Wärmedämmplatte fungiert. Als Deckbeschichtung kamen früher vorwiegend dispersionsgebundene Kunstharzputze über der Armierungsschicht zum Einsatz.

In der Praxis kam es bei der Anwendung dieses Systems jedoch häufig zu Fehlern, insbesondere beim bauseitigen Mischen des dispersionsgebundenen pastösen Klebemörtels mit Zement. Systembedingt kann nicht sichergestellt werden, dass in jedem Fall eine homogene Mischung mit einem konstanten Polymer/Zement-Verhältnis hergestellt wird, so dass Klebemörtel und Armierungsmörtel mit unterschiedlicher Zusammensetzung entstehen können. Daraus können ungenügende Produkteigenschaften und mögliche Fassadenschäden aufgrund unzureichender Haftung oder mangelnder Flexibilität entstehen. Dies gilt auch für die Zweikomponentensysteme, bei denen dem Trockenmörtel auf der Baustelle eine wässrige Polymerdispersion zugefügt wird. Daher und aufgrund der schon erwähnten prinzipiellen Nachteile von Zweikomponentensystemen haben polymermodifizierte Trockenmörtel auf Zementbasis alle anderen Systeme für WDVS fast vollständig verdrängt.

Klassische WDVS bestehen aus den folgenden Komponenten:

- Klebemörtel zum Verkleben der Wärmedämmplatten, zumeist expandiertes Polystyrol (teilweise ist gemäß technischer Anforderungen und Vorschriften eine zusätzliche mechanische Befestigung mit Spezialdübeln erforderlich).
- Armierungsmörtel, in welchen das Armierungsgewebe eingebettet wird, so dass die daraus resultierende Armierungsschicht als Schutz für die welchen Wärmedämmplatten dienen kann.
- Deckbeschichtung, meist mineralische Edelputze (zementäre Strukturputze) oder Kunstharzputze.

In der folgenden Tabelle ist eine typische Rezeptur (in Gewichtsprozent) für einen Klebe- und Armierungsmörtel aufgeführt:

Portlandzement	20 – 30
Füllstoff (Quarzsand und/oder Carbonatfüllstoffe, 0,05–0,5 mm)	64,7 – 75,9
Celluloseether	0,1 – 0,3
Redispersionspulver	4 – 5
Additive	0 – 3

Die einzelnen Komponenten eines WDVS müssen immer als Bestandteil des Gesamtsystems gesehen werden. Somit müssen der Klebemörtel, die Wärmedämmplatten, der Armierungsmörtel, das Armie-

rungsgewebe, der Primer (auf der Armierungsschicht, sofern benötigt), die Dübel (falls eine zusätzliche mechanische Befestigung erforderlich ist) und die Deckbeschichtung sorgfältig aufeinander abgestimmt und als komplettes System geprüft und freigegeben werden. Es ist daher nicht zulässig, einzelne Komponenten von verschiedenen Herstellern zu einem WDVS zu kombinieren, da hierfür keine Systemprüfung und somit keine Zulassung vorliegt.

Abbildung 9 zeigt den Aufbau eines typischen WDVS.

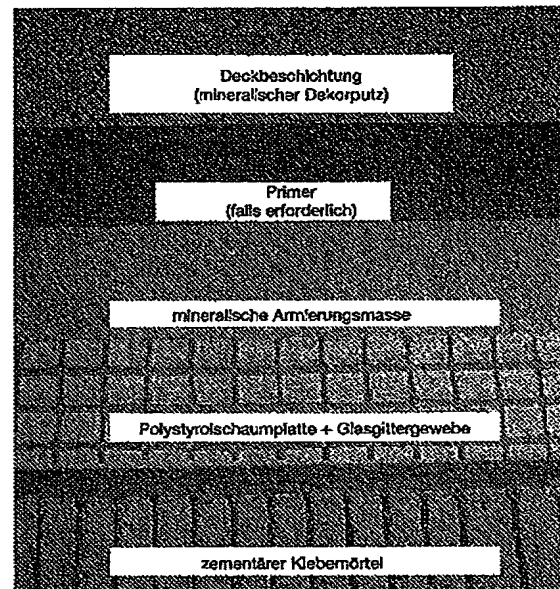


Abbildung 9: Typische Komponenten eines WDVS (Wacker Polymer Systems)

Damit die technischen Anforderungen für Klebe- und Armierungsmörtel erfüllt werden können, müssen ca. 4–5 % organisches Bindemittel in Form eines Redispersionspulvers im Trockenmörtel verwendet werden. Dies gewährleistet, dass die zementären Mörtel über eine gute Haftung auf dem Untergrund und der Wärmedämmplatte verfügen, stellt aber zusätzlich auch sicher, dass diese auch eine ausreichende Verformbarkeit (Flexibilität) und eine hohe Schlagzähigkeit aufweisen.

Heutzutage steht eine Vielzahl von verschiedenen Materialien und Systemen als Deckbeschichtung für das WDVS zur Verfügung. Neben den klassischen, in zahlreichen Strukturvarianten und Farben lieferbaren dispersionsgebundenen Kunstharzputzen werden heute vorwiegend mineralische Edelputze, Silikatputze und in gewissem Umfang auch Silikonharzputze eingesetzt.

In den verschiedenen Ländern gelten für die WDVS unterschiedliche Vorschriften und Spezifikationen. Aktuell wird eine europäische Norm für Wärme-dämmverbundsysteme von der EOTA entworfen (EOTA = European Organisation for Technical Appro-

vals). Diese Norm wird sämtliche Spezifikationen für die Einzelkomponenten des WDVS, insbesondere aber auch für das gesamte Verbundsystem enthalten (z. B. physikalische und bautechnische Spezifikationen sowie technische Anforderungen wie Wasseraufnahme, Verhalten unter hydrothermischer Belastung, Brennbarkeit, Wasserdampfdurchlässigkeit, Haftfestigkeit, Schlagzähigkeit etc.).

Darüber hinaus legen weltweit neue Wärmedämmvorschriften (z. B. die WschVO in Deutschland [25]) Mindestanforderungen für den U(K)-Wert (Wärmedämmwert) der Außenwände von Neubauten fest. Bei Beton- und Ziegelwänden können diese verbindlichen Mindestanforderungen häufig nur durch die zusätzliche Anbringung eines WDVS erfüllt werden, was zu einem weiteren Zuwachs bei der WDVS-Anwendung führen wird. Auch in Ländern mit hoher Durchschnittstemperatur nimmt die Bedeutung von Wärmedämmverbundsystemen wegen des Energieeinsparungspotentials beim Betreiben von Klimaanlagen zu.

### 6.6. Pulverfarben

Dispersionsfarben sind weltweit bekannt und haben sich seit ihrer Erfindung in den 1950er Jahren in der Praxis bestens bewährt. Sie dominieren heute den Markt als das führende Beschichtungsmaterial für den Innen- und Außenbereich. Als Bindemittel werden wässrige Dispersionen auf der Basis von Styrolacrylat, Vinylacetat/Ethylen oder andere Copolymere eingesetzt.

In der DIN 55945 werden Beschichtungsmaterialien wie Lacke und Farben definiert und charakterisiert. Farben im Sinne dieser Norm sind flüssige und pastöse Produkte, welche sich aus Lösungsmitteln, Bindemittel, Pigmenten, Füllstoffen und Additiven zusammensetzen. Es werden aber auch Beschichtungsmaterialien in Pulverform aufgeführt. Farben können eingeteilt werden in:

- Beschichtungsmaterialien auf Lösungsmittelbasis
- Wasserbasierende Beschichtungsmaterialien (Lacke, Farben)
- Pulverförmig aufgetragene Beschichtungen
- Farben und Beschichtungsmaterialien in Pulverform (hier als Pulverfarben oder pulverförmige Farben bezeichnet), welche vor ihrer Anwendung mit Wasser gemischt werden müssen.

Pulverförmige Farben wurden schon viele Jahrzehnte vor der Erfindung der flüssigen Dispersionsfarben angewendet. In der Anfangszeit der Pulverfarben war das Bindemittel entweder organischen Ursprungs (z.B. Leimfarbe, mit Knochenleim als Bindemittel) oder anorganischen Ursprungs (z. B. Mineralfarben auf Basis der mineralischen Bindemittel Kalkhydrat und/oder Zement). Lange Zeit wurde das mineralische Bindemittel mit organischen Zusatzstoffen modifiziert (Casein, Celluloseether, Stärkeether), um die technischen Eigenschaften des mineralischen Beschichtungsmaterials zu verbessern.

Die Naturprodukte wurden durch wesentlich effizientere synthetische Polymerbindemittel in Form von Redispersionspulvern ersetzt, was den pulverförmigen Farben wieder zu einer größeren Bedeutung verholfen hat. Redispersionspulver werden als organisches Alleinbindemittel in pulverförmigen Dispersionsfarben und zur Verbesserung der technischen Eigenschaften und der Dauerhaftigkeit von mineralischen Pulverfarben auf Basis von Zement, Kalkhydrat oder Wasserglas (Silikat-Pulverfarben) eingesetzt.

Pulverdispersionsfarben wurden in Österreich erstmals in den sechziger Jahren und dann auch in Deutschland als Fassadenfarbe appliziert. Sie haben annähernd die gleichen Eigenschaften wie flüssige Dispersionsfarben, bieten aber alle Vorteile eines pulverförmigen Systems. Pulverdispersionsfarben werden sowohl im Innen- wie auch im Außenbereich angewendet. Dabei unterscheiden sich die Rezepturen im Wesentlichen durch den Gehalt an polymerem Bindemittel. Mit höherem Polymergehalt verbessert sich die Haftung und die Scheuerbeständigkeit (Nassabriebsfestigkeit) der Farbe.

Wie andere typische Trockenmörtel werden Pulverfarben in Papiersäcken oder in Silos zur Baustelle transportiert, vor der Anwendung mit Wasser angemacht und durch Streichen, Rollen oder Spritzen aufgetragen.

In Tabelle 9 sind die wichtigsten Normen und technischen Anforderungen für Pulverfarben zusammengefasst.

Tabelle 9: Wichtige Prüfverfahren und Normen für Farben in Pulverform

	Norm	Anmerkungen
Definitionen	DIN 55945	Definitionen, Zusammensetzung, Arten von Anstrichstoffen
Allgemeine Anforderungen	DIN 53778	allgemeine Anforderungen hinsichtlich Verarbeitungseigenschaften, Verdünnbarkeit, Einfärbbarkeit, Verträglichkeit mit Pigmenten, Mindestverarbeitungstemperatur, Überstreichbarkeit, Glanz, Deckfähigkeit
Wasseraufnahme	EN ISO 15148	Wasseraufnahmekoeffizient $W < 0,5 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}^{0,5}$ und $W \cdot S_d < 0,2 \text{ kg/m} \cdot \text{h}^{0,5}$ für Außenanwendungen (EN ISO 15148 ersetzt DIN 52617)
Wasserdampfdurchlässigkeit	EN ISO 12572	diffusionsäquivalente Luftschichtdicke $S_d < 2 \text{ m}$ (EN ISO 12572 ersetzt DIN 62615)
Nassabriebsbeständigkeit	DIN 53778	> 1500 Zyklen für Innenraumanwendung, > 5 000 Zyklen für Außenanwendung und für abriebbeständige Farben

### 6.7. Zementäre Dichtungsschlämmen

Wasser ist, in flüssiger oder in Dampfform, für Baustoffe wie Beton, Mauerwerk und Naturstein das wohl am zerstörerischsten wirkende Element.

Zu den traditionellen Abdichtungssystemen für den Innen- und Außenbereich gehören gemäß der DIN 18195 bituminöse Materialien, wasserundurchlässige Kunststofffolien und Metallbleche. Um die Oberflächen von Gebäuden oder auch einzelne Baukomponenten abzudichten und vor dem Eindringen von Feuchtigkeit und Wasser zu schützen, stehen die unterschiedlichsten Materialien zur Verfügung. Die heute für diesen Zweck überwiegend eingesetzten Produkte basieren auf reaktiven Harzen (z.B. Epoxid- oder Polyurethanharze), dispersionsgebundenen streichbaren Abdichtungsmembranen und auf zementbasierenden Abdichtungsmaterialien, welche auch als mineralische Dichtungsschlämmen bezeichnet werden.

Zementäre Dichtungsschlämmen werden in Europa seit über 40 Jahren erfolgreich angewendet. Sie schützen Bauwerke, welche nur zeitweise oder auch dauerhaft der Einwirkung von Wasser unter geringem hydrostatischem Druck (Oberflächenwasser, Sickerwasser), bei entsprechender technischer Ausführung der Abdichtung aber auch gegenüber Wasser mit hohem hydrostatischem Druck (Bodenfeuchtigkeit) ausgesetzt sind. Dichtungsschlämmen dienen nicht nur zur Abdichtung von Flächen in Feuchträumen oder von Wassertanks, sie eignen sich aufgrund ihrer vorzüglichen Witterungsbeständigkeit auch zum Schutz von

Außenflächen. Zu den typischen Anwendungen zählen die Abdichtung von Kellerwänden, Schwimmbädern, von Wänden und Böden in Feuchträumen sowie auf Balkonen und Terrassen (als Wasser sperrende Schicht unter Fliesenbelägen). Zementäre Dichtungsschlämmen weisen insbesondere Vorteile wie vorzügliche Wasserbeständigkeit (selbst bei Dauerbeanspruchung), herausragende Langzeit-Witterungsbeständigkeit, gute Abriebsfestigkeit, hohe Tragfähigkeit und die im Vergleich zu anderen Systemen höhere Wasserdampfdurchlässigkeit auf.

Abbildung 10 zeigt die Applikation einer zementären Dichtungsschlämme mit der Bürste.

Zementäre Dichtungsschlämmen sind sehr umweltfreundliche Produkte, sie sind einfach anzuwenden und bilden eine einheitliche, homogene, geschlossene, fugenfreie Oberfläche und lassen sich insbesondere auch leicht auf Untergründe mit komplexen Oberflächenformen auftragen. Im Gegensatz zu anderen Systemen können zementäre Dichtungsschlämmen sogar auf feuchte mineralische Oberflächen aufgetragen werden. Zudem sind ihre physikalischen Eigenschaften im Vergleich zu Abdichtungsmaterialien auf Bitumenbasis weniger temperaturabhängig. Bisher bestehen noch keine Normen für diese alternativen Abdichtungsprodukte, es kommen aber die nationalen Richtlinien der Mörtelverbände der Bauindustrie zur Anwendung [26].

Einfache, rein zementäre Dichtungsschlämmen ohne Polymermodifizierung werden nur noch selten zum Schutz vor Oberflächenwasser eingesetzt, denn sie eignen sich nicht zum Absperren gegenüber drückendem Wasser. Um die Haftung, die Wasserdichtigkeit und die Verformbarkeit (Flexibilität) dieser nicht modifizierten Systeme zu verbessern, werden polymere Bindemittel entweder auf der Baustelle in Form von flüssigen Dispersionen zugesetzt oder der Trockenmörtel enthält bereits ausreichende Mengen an Redispersionspulver. Additive, welche in derartigen Trockenmörteln eingesetzt werden, sind unter anderem Wasserrückhaltemittel, Verdicker und Zusatzstoffe, welche die Rheologie und die Verarbeitungseigenschaften der Mörtel verbessern. Diese so genannten starren mineralischen Dichtungsschlämmen sind polymermodifizierte Werk trockenmörtel mit einem hohen Zement- und relativ niedrigem Polymer-(Redispersionspulver-)Anteil. Derartige Mörtel werden für mineralische Substrate verwendet, die formstabil, hart und solide sind und bei denen nicht mit Rissbildung, Schwinden oder Formveränderungen zu rechnen ist. Ende der siebziger Jahre wurden in Europa die so genannten flexiblen Dichtungsschlämmen entwickelt. Sie sind in gewissem Umfang in der Lage, kleinere Risse im Substrat (bis ca. 1 mm) zu überbrücken. Die Flexibilität und die rissüberbrückenden Eigenschaften dieser Produkte hängen stark vom Polymer/Zement-Verhältnis und von der Flexibilität des Polymers selbst ab. Flexible und hochflexible zementäre Dichtungsschlämmen werden auf Sub-

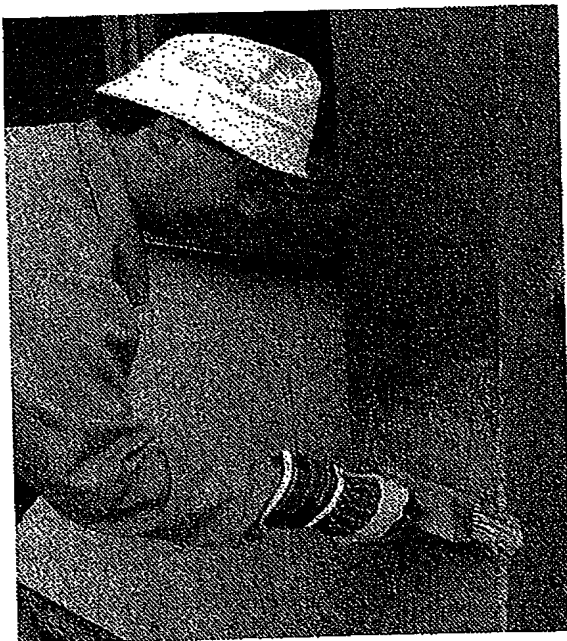


Abbildung 10: Typische Applikation einer zementären Dichtungsschlämme mit der Bürste (Wacker Polymer Systems).

strate aufgetragen, bei denen noch mit Restschwinden, Verformungen oder Spannungsrissen zu rechnen ist oder auf Untergründe, welche schwierig zu beschichten sind, wie z.B. Holz, Stahl, Porenbetonsteine und Gips. Aufgrund ihres hohen Polymergehalts (bis zu 40 Gewichtsprozent der Gesamt Rezeptur) verfügen sie über eine sehr hohe Wasserdichtigkeit und sind chemisch beständig gegenüber Chloriden, Sulfat-Ionen, Kohlendioxid und anderen aggressiven Medien. Flexible zementäre Dichtungsschlämmen stellen eine der letzten Anwendungen in Mitteleuropa dar, bei denen überwiegend noch Zweikomponentensysteme bestehend aus Trockenmörtel und wässriger Zusatzdispersion eingesetzt werden. Aber selbst für diese hoch polymerhaltigen Produkte geht aus den schon erwähnten Gründen der Trend hin zum Einsatz von Einkomponentensystemen in Form von polymermodifizierten Trockenmörteln.

### 6.8. Selbstverlaufende Bodenausgleichsmassen und Estriche

Selbstverlaufende Bodenausgleichs- und Spachtelmassen stellen aus technischer Sicht das wohl komplexeste Anwendungsgebiet für Trockenmörtel dar. Selbstverlaufende Fußbodenspachtelmassen werden auf unebenen und rauen Untergründen (z. B. Estriche oder zu renovierende Bodenflächen) aufgetragen, um einen glatten, ebenen und widerstandsfähigen Untergrund für die nachfolgende Beschichtung mit Bodenbelägen aller Art zu schaffen (z. B. Teppichböden, Holzparkett, PVC-Beläge, Fliesen etc). Selbstverlaufende Bodenausgleichsmassen müssen sich auch auf großen Flächen einfach und effizient anwenden lassen. Sie müssen daher über ein sehr gutes Fließverhalten und hervorragende selbstverlaufende und selbstglättende Eigenschaften verfügen. Darüber hinaus müssen diese Mörtel schnell abbinden und auch trocknen, damit der zu verlegende Bodenbelag möglichst bald auf der Ausgleichsschicht fixiert werden kann. Der selbstverlaufende Mörtel muss auf allen Arten von Untergründen haften, über ein geringes Schwinden, eine hohe Druckfestigkeit und eine gute Widerstandsfähigkeit verfügen.

Die technischen Anforderungen für selbstverlaufende Bodenausgleichsmassen überspannen einen weiten Bereich von sehr einfachen bis zu extrem hochwertigen und anspruchsvollen Produkten. Angewendet werden sie als dünn-schichtige Spachtelmassen mit einer Stärke von 1–10 mm, als selbstverlaufende Bodenausgleichsmassen bis hin zu den häufig maschinell applizierten und bis zu 60 mm dicken selbstverlaufenden Estrichen (Fließestriche).

Estriche werden als lasttragende Schicht mit einer Stärke von 30 bis 80 mm in Gebäuden eingebaut und sind demnach zu den großvolumigen Anwendungen zu zählen. Es gibt sowohl zement- als auch gips-(anhydrit)basierende Mörtel, wobei letztere Bodenausgleichsmassen oder Estriche mit einer hohen Maßbeständigkeit (geringes oder gar kein Schwinden)

darstellen. Die Wartezeit von der Applikation der Mörtel bis zur ihrer Begehrbarkeit nach dem Abbinden kann sehr unterschiedlich sein; es gibt sowohl normal als auch sehr schnell abbindende Produkte. Ob ein normal oder schnell abbindender Verlaufsmörtel eingesetzt wird, hängt in der Regel von den spezifischen Anforderungen an den Zeitraum bis zur Verlegereife ab, d. h. von der Zeit, nach welcher die Verlegung des Bodenbelags auf der applizierten selbstverlaufenden Bodenmasse begonnen werden kann. Je kürzer die Abbinde- und Aushärtungszeit ist und je höher die Schichtdicke des Mörtels ist, desto komplizierter und teurer wird die Formulierung für derartige Mörtel. Selbstverlaufende Bodenausgleichsmassen und Estriche basieren auf speziellen hydraulischen Bindemitteln wie normalem Portlandzement, Tonerdeschmelzement (TSZ) und Gips (Anhydrit), um eine schnelle Abbinde- und Durchtrocknung zu erzielen und gleichzeitig Schwinden oder Expansion der Mörtel zu steuern bzw. zu minimieren.

Bisher gibt es in Europa noch keine Normen für selbstverlaufende Bodenausgleichsmassen. Diese Produkte werden dennoch seit vielen Jahren erfolgreich angewendet, wobei fast immer polymermodifizierte Werk trockenmörtel zum Einsatz kommen.

### 6.9. Flick- und Reparaturmörtel

Beton ist ein sehr vielseitiger, langlebiger und haltbarer Baustoff, sofern er entsprechend den gültigen Regeln der Technik verwendet wird. In der Vergangenheit, aber auch heute noch kommt es in der Bauindustrie immer wieder zu schweren und gravierenden Schäden, weil grundlegende Prinzipien bei der Anwendung von Beton und Stahlbeton nicht berücksichtigt werden. Die Kosten für Reparaturen an Betonbauwerken haben sich in den letzten 30 Jahren in allen Industrieländern dramatisch erhöht. In Deutschland entfallen ca. 20 % der Kosten für Arbeiten im Stahlbetonbereich auf die Reparatur und Instandhaltung bestehender Gebäude und Bauwerke. Die Schädigung von Stahlbeton wird meist durch eine Korrosion des Bewehrungsstahls verursacht, welche nach einer Karbonatisierung und Schädigung des Betons durch das atmosphärische Kohlendioxid und andere aggressive Medien (z. B. SO<sub>2</sub>, saurer Regen) erleichtert wird. Die Korrosion des Bewehrungsstahls ist mit einer Volumenzunahme verbunden, was den überdeckenden Beton abplatzen lässt und letztendlich zur Zerstörung des Bauwerks führen kann.

In der Bauindustrie wird zwischen zwei unterschiedlichen Typen von Betonreparaturarbeiten unterschieden:

- 1) Reparaturen an Beton, welcher keinen Bewehrungsstahl enthält und der keine Last tragende Funktionen hat. Diese Reparaturen können auch als kosmetische Reparaturarbeiten bezeichnet werden. Es werden dafür verschiedenartige Ausbesserungs- oder Flickmörtel eingesetzt.
- 2) Reparatur von Stahl armierten und Last tragenden Betonkonstruktionen, um ihre Konstruktionsstabi-

lität und ihre Funktionen wieder herzustellen oder zu erhalten. Derartige Betonreparaturen werden mit verschiedenartigen Mörteln durchgeführt, welche alle Teil eines Betonsanierungssystems sind (typische Anwendungsbereiche: Betonreparaturarbeiten an Brücken, Parkhäusern, Tunneln etc.).

Für Flick- und Ausbesserungsarbeiten zur Reprofilierung bei kosmetischen Reparaturen werden polymervergütete Trockenmörtel eingesetzt. Mörtel auf Zementbasis werden für Anwendungen sowohl im Innenraum- als auch im Außenbereich verwendet, Produkte auf Gipsbasis dagegen nur für einige spezielle Anwendungen im Innenbereich, z. B. zum Verfüllen kleinerer Löcher, Lunker, Risse und Fehlstellen und zur Wiederherstellung der ursprünglichen Form.

Um die dauerhafte und zuverlässige Reparatur von Stahlbeton gewährleisten zu können, müssen Betonsanierungssysteme den Korrosionsschutz des Bewehrungsstahls (alkalische Depassivierung), das ursprüngliche Profil der Betonkonstruktion, ihre Lasttragenden Funktionen und deren Schutz und somit die Haltbarkeit der gesamten Konstruktion wiederherstellen (Schutz vor Verwitterung und Umweltschäden durch  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ , Tausalz etc.).

Für die Sanierung von Stahlbeton werden heute drei verschiedene Arten von Mörteln eingesetzt: zementäre Betonmörtel (CC, meistens als Spritzbeton), polymermodifizierte zementäre Betonreparaturmörtel (PCC, als Werk trockenmörtel) sowie zementäre Epoxidharzmörtel (ECC).

Heute werden zur Sanierung von Stahlbeton überwiegend polymermodifizierte zementäre Reparaturmörtel verwendet. Diese Mörtel können sowohl von Hand aber auch maschinell im Nassspritz- oder im Trockenspritzverfahren appliziert werden. Die einzelnen Komponenten der Betonsanierungssysteme basieren auf unterschiedlichen Trockenmörteln, deren Eigenschaften und Funktionen auf die jeweiligen Anforderungen zugeschnitten sind:

- Primer und Haftbrücke für den Armierungsstahl (polymermodifizierte zementäre Schlämme oder Beschichtungsmaterialien auf Epoxidbasis)
- Haftbrücke und Primer für den zu reparierenden Altbeton (polymermodifizierte zementäre Schlämme)
- Reprofilierungs- oder grober Betonsanierungsmörtel (polymermodifizierter Mörtel auf Zementbasis)
- Feinspachtel oder Glättspachtel (polymermodifizierter Mörtel auf Zementbasis mit Feinzuschlagstoffen)
- Schutz- und Deckbeschichtungen (Dispersionsfarben, Rissbrückenfarben, zementäre Dichtungsschlämme, etc.).

Die technischen Anforderungen für Betonsanierungssysteme sind bislang in überwiegend von verschiedenen nationalen Organisationen erstellten und veröffentlichten Richtlinien und Vorschriften festgelegt [27]. Betonsanierungssysteme unterliegen einem offi-

ziellen Zulassungsverfahren entsprechend der jeweils gültigen Gesetzgebung sowie einer regelmäßigen Qualitätsüberwachung durch unabhängige Prüfinstitute.

## 7. Marktaspekte

Genaue Daten über die weltweite Herstellung und den Verbrauch von Trockenmörteln stehen nicht zur Verfügung. Für Deutschland, Frankreich und Italien sind jedoch Statistiken über die Produktionsmengen bekannt. Gemäß [28] lag die Trockenmörtelproduktion im Jahre 2001 für Deutschland bei  $10 \times 10^6$  Tonnen, in Italien bei  $3 \times 10^6$  und in Frankreich bei  $2,7 \times 10^6$  Tonnen, der Gesamtverbrauch in Westeuropa lag bei  $30 \times 10^6$  [28] bzw. bei  $35\text{--}40 \times 10^6$  Tonnen laut anderen Schätzungen. Der weltweite Verbrauch liegt im Bereich von  $50\text{--}60 \times 10^6$  [28] bzw.  $(60\text{--}70) \times 10^6$  Tonnen entsprechend anderen Quellen.

Steigende Lohnkosten führen zu einem verstärkten Einsatz von Trockenmörteln zu Lasten des Einsatzes von Baustellenmörteln, da die Ausführung von Mörtelarbeiten unter Verwendung von Trockenmörteln deutlich weniger Zeit beansprucht und ungleich effizienter ist. Weltweit nimmt der Verbrauch von Werk trockenmörtel deutlich zu. In Mitteleuropa gab es einen sehr starken Zuwachs zwischen 1960 und 1980, heute dagegen erfolgt das Wachstum hauptsächlich in Ost- und Südeuropa sowie in Teilen des asiatischen und lateinamerikanischen Marktes.

## 8. Literaturangaben

### Spezifische Literaturhinweise

1. A. Konietzko: „The Application of Modern Dry, Factory Mixed, Mortar Products“, ZKG (Zement, Kalk, Gips) International, 48 (1985) Nr. 12, 625–659.
2. U. Dilger, A. Konietzko: „The Application of Modern Dry, Factory Mixed, Mortar Products“, ZKG (Zement, Kalk, Gips) International, 38 (1985) Nr. 1, 2–6.
3. M. Guldner: „Production and Processing of Dry, Factory-Mixed, Mortars“, ZKG (Zement, Kalk, Gips) International, 52 (1999) Nr. 11, 628 – 631.
4. Daten von EMO (European Mortar Organisation) und Wacker Polymer Systems GmbH & Co. KG.
5. DIN 1164, Zement mit besonderen Eigenschaften, Zusammensetzung, Anforderungen, Übereinstimmungsnachweis (November 2000).
6. K. Krenkler: Chemie des Bauwesens, Band 1: Anorganische Chemie, Springer, Berlin, 1980.
7. J. A. H. Oates: Lime and Limestone, Wiley-VCH, Weinheim, 1998.
8. EN 459: Baukalk; Teil 1: Definitionen, Anforderungen und Konformitätskriterien (Februar 2002); Teil 2: Prüfverfahren (Februar 2002); Teil 3: Konformitätsbewertung (Februar 2002).
9. D. Distler: Wässrige Polymerdispersionen, Wiley-VCH, Weinheim, 1999.

10. J. Schulze, Tonindustrie-Zeitung, 109 (1985), 698.
11. K. Adler, Schweizer Baublatt 31 (1988), 44.
12. L. Brandt: Cellulose Ethers, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5th ed., vol. A 5 (1986), 461-488.
13. DIN 18555: Prüfung von Mörteln mit mineralischen Bindemitteln:  
Teil 1: Allgemeines, Probenahme, Prüfmörtel (September 1982);  
Teil 2: Frischmörtel mit dichten Zuschlägen; Bestimmung der Konsistenz, der Rohdichte und des Luftgehaltes (September 1982);  
Teil 3: Festmörtel; Bestimmung der Biegezugfestigkeit, Druckfestigkeit und Rohdichte (September 1982);  
Teil 4: Festmörtel; Bestimmung der Längs- und Querdehnung sowie von Verformungskenngrößen von Mauermörteln im statischen Druckversuch (März 1986);  
Teil 5: Festmörtel; Bestimmung der Haftscherfestigkeit von Mauermörteln (März 1986);  
Teil 6: Festmörtel; Bestimmung der Haftzugfestigkeit (November 1987);  
Teil 7: Frischmörtel; Bestimmung des Wasserrückhaltevermögens nach dem Filterplattenverfahren (November 1987);  
Teil 8: Frischmörtel; Bestimmung der Verarbeitbarkeitszeit und der Korrigierbarkeitszeit von Dünnbettmörteln für Mauerwerk (November 1987);  
Teil 9: Festmörtel; Bestimmung der Fugendruckfestigkeit (September 1999).
14. DIN 52617: Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten von Baustoffen (Mai 1987).
15. Die Wirkung von Fließmitteln in hydraulisch abbindenden Baustoffen (April 1997), SKW-Trostberg.
16. DIN 18557: Werk trockenmörtel; Herstellung, Überwachung und Lieferung (November 1997).
17. DIN 1168,  
Teil 1: Baugipse; Begriff, Sorten und Verwendung, Lieferung und Kennzeichnung (Januar 1986);  
Teil 2: Baugipse; Anforderungen, Prüfung, Überwachung (Juli 1975).
18. Entwurf DIN EN 13279; Gips und Gipshaltiger Baugips,  
Teil 1: Definitionen und Anforderungen (Juli 1998);  
Teil 2: Testmethoden (Juli 1998).
19. EN 1346: Fliesenkleber – Bestimmung der offenen Zeit (März 1999).
20. EN 1308: Fliesenkleber – Bestimmung des Standvermögens (März 1999).
21. EN 1348: Fliesenkleber – Bestimmung der Haftzugfestigkeit für zementäre Klebemörtel (März 1999).
22. DIN 18550: Putz;  
Teil 1: Begriffe und Anforderungen (Januar 1985);  
Teil 2: Putze aus Mörteln mit mineralischen Bindemitteln; Ausführung (Januar 1985);  
Teil 3: Wärmedämmputzsysteme aus Mörteln mit mineralischen Bindemitteln und expandiertem Polystyrol (EPS) als Zuschlag (März 1991);  
Teil 4: Leichtputze, Ausführung (August 1993).
23. EN 87: Keramische Fliesen und Platten für Boden- und Wandbekleidungen; Begriffe, Klassifizierung Anforderungen und Kennzeichnung (Januar 1992).
24. Fachverband Wärmedämmverbundsysteme e. V. Wiesbaden.
25. Wärmeschutzverordnung (WschVO) vom 1.1.1995 der Bundesregierung von Deutschland; Energiesparverordnung (EnEV) 2001.

## Die Autoren



Roland Bayer



Hermann Lutz

erwarb seinen Abschluss im Fach Chemie 1988 an der Universität Köln (Deutschland). Im Anschluss an sein Studium war er als Assistent an den Universitäten Zürich (Schweiz) und München (Deutschland) tätig. 1993 promovierte er an der Universität Bayreuth (Deutschland) mit einer Arbeit im Bereich Polymerchemie. Im selben Jahr trat er in die F&E-Abteilung bei Wolff Cellulosics ein, wo er sich mit Projekten über wasserlösliche Polymere beschäftigte. 1995 wechselte Dr. Bayer in die Abteilung Technisches Marketing, wo er seitdem im Methylcellulose-Geschäft tätig ist.

E-Mail: roland.bayer.rb@wolff-cellulosics.de

studierte an der Universität Konstanz (Deutschland), wo er 1983 im Bereich heterozyklische organische Chemie promovierte. Nach einem Promoviertenstipendium an der Universität für Biologie und medizinische Chemie in Innsbruck trat Dr. Lutz 1985 in die WACKER Chemie GmbH ein. Seitdem arbeitet er als Anwendungsschemiker in der Abteilung Technisches Marketing für die Bauindustrie und ist für das Redispersionspulver-Geschäft in verschiedenen Weltregionen verantwortlich.

E-Mail: hermann.lutz@wacker.com

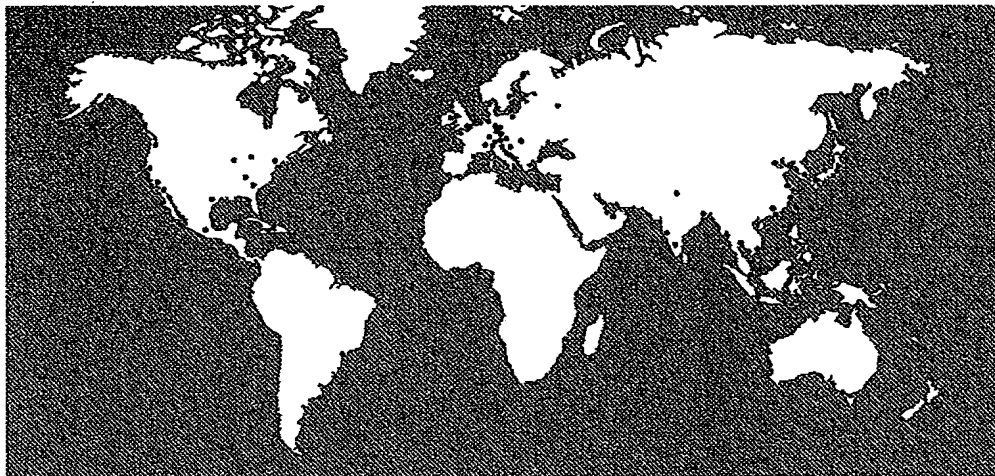
Erstausgabe:

Bayer R., Lutz H.: Trockenmörtel, Seiten 83 bis 108, aus: ULLMANN'S ENCYCLOPEDIA OF INDUSTRIAL CHEMISTRY, 6. Ausgabe, vol. 11.

Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, D-69469 Weinheim, Deutschland, 1998



# WACKER AUF EINEN BLICK



## WACKER

ist ein Technologieführer der chemischen und elektrochemischen Industrie und weltweiter Innovationspartner von Kunden in den globalen Schlüsselindustrien. Das Leistungsportfolio konzentriert sich auf Halbleitertechnologie, Siliconchemie, Polymer- und Feinchemie sowie auf die Polysilicium-Herstellung. Entsprechend dieser Kompetenzen gliedert sich der Konzern in die Segmente Chemie und Halbleiter. Der Konzern erwirtschaftet mit rund 14.700 Mitarbeitern einen jährlichen Umsatz von 2,5 Mrd. EUR. Davon entfallen auf Deutschland 23 %, auf Europa (ohne Deutschland) 33 % und auf Amerika sowie auf die Region Asien-Pazifik inklusive der übrigen Länder jeweils 22 %.

Mit 20 Produktionsstätten und mehr als 100 Vertriebsgesellschaften ist der Konzern weltweit präsent. Konzernsitz ist München.

Mit einer Investitionsquote von 14 % vom Umsatz und einem Umsatzanteil von 6 % für Forschung und Entwicklung gehört WACKER in die weltweite Spitzengruppe der forschenden Chemieunternehmen.

## WACKER SILICONES

ist ein führender Anbieter von silicon-basierten Gesamtlösungen aus Produkten, Services und Konzepten. Als Lösungs-partner unterstützt der Bereich seine Kunden dabei, ihre Innovationen voranzutreiben, ihre Märkte weltweit voll auszuschöpfen und ihre Geschäftsprozesse zu optimieren, um ihre Gesamtkosten zu senken sowie ihre Produktivität weiter zu erhöhen. Silicone bilden die Basis für Produkte mit hoch differenzierten Eigenschaften und nahezu unbegrenzten Einsatzmöglichkeiten. Das Einsatzspektrum reicht von der Automobil-, Bau-, Chemie-, Elektro- und Elektronikindustrie über Kosmetik, Consumer Care, Maschinen- und Metallbau bis hin zu Papier, Textil und Zellstoff.

## WACKER POLYMERS

hält bei hochwertigen Bindemitteln und polymeren Additiven die Spitzenposition auf dem Weltmarkt. Der Bereich umfasst die Geschäftsfelder bauchemische Produkte, funktionelle Polymere für Beschichtungen, Lacke und weitere industrielle Anwendungen sowie Grundchemikalien (Acetyls). Dispersionspulver, Dispersionen, Festharze, Bindepulver und Lackharze von WACKER POLYMERS finden bei Unternehmen der Bau-, Automobil-, Papier- und Klebstoffindustrie sowie bei Herstellern von Druckfarben und Industrielacken Verwendung.

## WACKER FINE CHEMICALS

liefert als Experte in organischer Synthese, Siliconchemie und Biotechnologie maßgeschneiderte Lösungen für Kunden der Life Science- und Consumer Care-Industrie. Die Palette innovativer Produkte umfasst komplexe organische Zwischenprodukte, Organosilane, chirale Produkte,

Cyclodextrine und Aminosäuren. Mit seinem umfassenden Know-how ist WACKER FINE CHEMICALS für seine Kunden ein bevorzugter Partner für anspruchsvollste chemische und biotechnologische Custom Manufacturing-Projekte.

## WACKER POLYSILICON

produziert seit über 50 Jahren hochreines Silicium für die Halbleiter- und Photovoltaikindustrie. Als einer der weltweit größten Hersteller von polykristallinem Silicium beliefert WACKER POLYSILICON führende Wafer- und Solarzellenhersteller.

## Siltronic

ist einer der Weltmarktführer für Wafer aus Reinstsilicium und Partner vieler führender Chiphersteller. Siltronic entwickelt und produziert Wafer mit Durchmessern bis zu 300 mm an Standorten in Europa, Asien, Japan und USA. Siliciumwafer sind die Grundlage der modernen Mikro- und Nanoelektronik – z. B. für Computer, Telekommunikation, Automobile, Medizintechnik, Consumerelektronik und Steuerungssysteme.

**WACKER**

CREATING TOMORROW'S SOLUTIONS



Die in dieser Broschüre mitgeteilten Daten entsprechen dem derzeitigen Stand. Der Abnehmer ist von sorgfältigen Eingangsprüfungen im Einzelfall hierdurch nicht entbunden. Änderungen der Produktkennzeichen im Rahmen des technischen Fortschritts oder durch betrieblich bedingte Weiterentwicklungen behalten wir uns vor. Die in dieser Broschüre gegebenen Hinweise und Informationen erfordern wegen durch uns nicht beeinflussbarer Faktoren während der Verarbeitung, insbesondere bei der Verwendung von Rohstoffen Dritter, eigene Prüfungen und Versuche. Unsere Hinweise und Informationen entbinden nicht von der Verpflichtung, eine eventuelle Verletzung von Schutzrechten Dritter selbst zu überprüfen und gegebenenfalls zu beseitigen. Verwendungsvorschläge begründen keine Zusicherung der Eignung für einen bestimmten Einsatzzweck.

6075d/07-05

## **WACKER POLYMERS**

Wacker Polymer Systems GmbH & Co. KG  
84489 Burghausen, Germany  
Tel.: +49 8677 83-7979  
Fax: +49 8677 83-8181  
[info.polymers@wacker.com](mailto:info.polymers@wacker.com)

[www.wacker.com/vinnapas](http://www.wacker.com/vinnapas)

Sonderdruck aus TIZ, No. 9, 1985

## **Redispersionspulver im Zement**

**Dr. J. Schulze,  
Wacker-Chemie GmbH, Werk Burghausen**

**Wacker-Chemie GmbH  
München**

# Redispersionspulver im Zement\*\*)

Redispersionspulver stellt man durch Sprühtrocknung spezieller Dispersionen her. Beim Redispersieren in Wasser zerfallen die Pulverteilchen, und man erhält wieder die Teilchengrößenverteilung der Ausgangsdispersion. In der Kombination von Redispersionspulver (RD) mit Zement werden die Druckfestigkeit und der E-Modul des anorganischen Systems etwas abgesenkt, die Biegezugfestigkeit etwas und die Zugfestigkeit deutlich erhöht. Die Haftung zementärer Systeme auf verschiedenen Untergründen wird drastisch verbessert. Verklebungen auf für Zement exotischen Untergründen wie PVC, Holz oder anderen organischen Materialien oder auch Metall werden durch den Zusatz von Redispersionspulvern möglich gemacht. Rasterelektronische Aufnahmen zeigen das Auftreten von aus den RD-Pulvern gebildeten verfilmten Harz-Domänen in der anorganischen Struktur, die Haftfunktion übernehmen. Durch Einsatz von Redispersionspulvern wird die Verarbeitbarkeit von Mörteln verbessert.

Redispersible powders are produced by spray-drying of special emulsions. When the powders are redispersed in water, you get again the partial size distribution of the natural emulsion. In combination of redispersible powders with cement, the compressive strength and the modulus of elasticity of the inorganic system is a bit lowered, the flexural tensile strength is somewhat lifted, the tensile strength is raised a lot. The adhesion of cementary systems at several substrates is raised dramatically. Adhesions of cementary systems on such, for this system, exotic substrates as PVC, plywood and other organic materials or metal are possible by addition of redispersible powders to the cement. By REM it is possible to show the domains of the filmed resin in the anorganic structure. These domains strengthen the adhesion. With addition of redispersible powders the workability of the mortars is improved.

## 1. Was ist ein Redispersionspulver?

Der Einsatz von Dispersionen in Kombination mit Zement zur Vergütung ist seit den fünfziger Jahren bekannt. Die Handhabung von Zweistoffgemischen, dazu kommt dann noch letztlich Wasserzugabe unter den schwierigen Bedingungen an der Baustelle, stellt eine ständige Fehlerquelle dar. Auch der Do-it-yourself-Verbraucher ist daran interessiert, mit einem möglichst einfachen System zu arbeiten, das heißt, daß er zu seiner gekauften Mischung nur Wasser aus seinem Wasserhahn zufügen muß. Genau solche Trockensysteme, die auch noch Eigenschaften haben, wie sie nur durch Kunststoffvergütung zu erreichen sind, werden durch Redispersionspulver ermöglicht. Die ersten kommerziell hergestellten Dispersionspulver auf Basis Polyvinylacetat wurden Ende der fünfziger Jahre von der Wacker-Chemie ausgeliefert. Heute gebräuchliche Dispersionspulver werden auf der Harzbasis Vinyl ester- und vor allem Vinylacetat-Ethylen-copolymere hergestellt.

Von Redispersionspulvern spricht man, wenn Dispersionen in den pulverförmigen Zustand übergeführt werden, sich dann aber nach Zugabe von Wasser bei normalen Temperaturen wieder in die ursprüngliche Dispersion mit ihrem typischen Eigenschaftsbild überführen lassen.

Eine typische Eigenschaft einer Dispersion, wie sie zur Vergütung mit Zement benutzt wird, ist ihre Mindestverfilmungstemperatur, die unter 20 °C liegt und damit bei Raumtemperatur beim Trocknen Klebstoffeigenschaften aufweist. Normalerweise verläuft die Verfilmung einer Dispersion irreversibel, wäre das nicht der Fall, wären die anwendungstechnischen Eigenschaften in Feuchtbereichen zu schlecht.

Es stellt eine erhebliche technische Herausforderung dar, diesen Verfilmungsschritt bei der Trocknung zum Pulver reversibel zu halten und erst bei der Anwendung des Pulvers dann weitestgehend irreversibel zu gestalten, denn die Wasserfestigkeit des Produktes wird von vielen Anwendern gefordert.

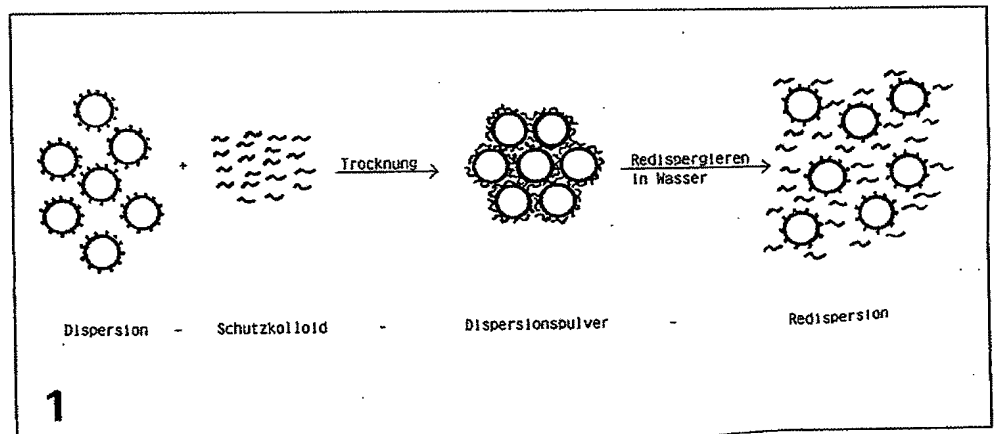
Zur Lösung des Problems geht man so vor, daß man das klebrige, feinteilige Harz der Dispersion mit einem wasserlöslichen Schutzkolloid ausreichender Menge umhüllt. Dieses wasserlösliche Schutzkolloid, das wie ein Mantel wirkt, verhindert, daß die Harzteilechen

unter den Bedingungen der Trocknung irreversibel verkleben (Bild 1).

Die Herstellung der Redispersionspulver erfolgt durch Sprühtrocknung.

Bei der Sprühtrocknung, bei der die Dispersion in feine Tropfen überführt wird, lagern sich die Dispersionsteilchen beim Trocknungsvorgang durch die heiße Luft zu Kugeln zusammen. Diese Kugeln bestehen aus einer wasserlöslichen Schutzkolloid-Matrix, in die die wasserunlöslichen Dispersionsteilchen eingebettet sind. Das erhaltene Pulver kann man dann in Säcke abfüllen. Um die Lagerfähigkeit der RD-Pulver zu erhöhen, pudert man das sprühtrocknete Pulver mit einem Antiblockmittel, das als Abstandhalter zwischen den Pulverteilchen wirkt.

Beim Redispersieren mit Wasser löst sich die Matrix, also das Schutzkolloid, wieder auf und die ursprünglichen Dispersionsteilchen werden wieder erhalten.



\*) Dr. J. Schulze, Wacker-Chemie GmbH, Werk Burghausen, D-8263 Burghausen

\*\*) Überarbeitete Fassung des Vortrages anlässlich des Polymerbeton-Kongresses 1984 in Darmstadt

Bild 2: Teilchengrößenverteilung von Dispersion und Redisperion (unten)

Bild 3: Druckfestigkeit (N/mm<sup>2</sup>), DIN-Mischung (1164) WZ = 0,45, 14 d Wasser/14 d NK

Bild 2 zeigt die Teilchengrößenverteilung von Dispersion und Redisperion für ein gut redispersierbares Pulver.

## 2. Einsatzgebiete von Redisperionspulvern

Die Redisperionspulver werden in Kombination mit Zement zur Vergütung von Beton und Mörteln z.B. bei Reparaturmörteln, in der Betonsanierung, bei Betonestrichen, Anhydritestrichen, Bauklebern, Spachtelmassen, Putzen usw. eingesetzt.

## 3. Wirkung von RD-Pulvern in Zementmassen

Die RD-Pulver sind Thermoplasten mit einer Glasübergangstemperatur  $< 30^{\circ}\text{C}$ , neben dem harten Zementstein kann man von solchen weichen Cobindern keinen Beitrag zur Druckfestigkeit des Systemes erwarten. Die Porosität des Zementsteines bestimmt die Druckfestigkeit des Systemes, sie wird gesteuert durch den WZ-Faktor und den Luftporengehalt sowie seine Verteilung.

Für den mit thermoplastischem Kunststoff vergüteten Zement gesellt sich zur Porosität noch der Kunststoffanteil. Man erzielt durch Zusatz von weichem thermoplastischen Material keine Erhöhung der Druckfestigkeit, wenn Wasserzementfaktor und Luftporengehalt konstant gehalten werden. Gelingt es durch den Zusatz des weichen Kunststoffes, den Wasserzementfaktor oder den Luftporengehalt zu senken, kann die Druckfestigkeit des Systems gesteigert werden.

Sehr viele Systeme, gerade auch mit Dispersion, funktionieren nach diesem Schema und reklamieren den Anspruch für sich, durch den Zusatz könne die Druckfestigkeit von Mörteln und Beton gesteigert werden, die Kausalkette sollte aber lauten, durch die Modifizierung gelingt es den Wasserzementfaktor zu senken und deshalb wird die Druckfestigkeit gesteigert; Redisperionspulver die solche verflüssigende Wirkung nicht besitzen, können durch die Mitverwendung eines Zementverflüssigers in ein solches System überführt werden.

Das Bild 3 und Tabelle 1 zeigen den Abfall der Druckfestigkeit eines Mörtels der mit 2 Redisperionspulvern in unterschiedlicher Menge modifiziert wurde, mit steigendem Redisperionspulvergehalt, in diesem Falle RE 524 Z (TG  $15^{\circ}\text{C}$ ) und RE 545 Z (TG  $-7^{\circ}\text{C}$ ), fällt die Druckfestigkeit etwas ab.

Die Biegezugfestigkeit von Zementmörteln wird durch den Zusatz von Redisperionspulvern erhöht (Tabelle 1). Die Wirkung steigt mit erhöhter Kunststoffmenge. In der untersuchten Rezeptur steigt die Biegezugfestigkeit bei Zusatz von 20 % Kunststoff auf Zement um etwa 50 % gegenüber der Nullprobe. Die Untersu-

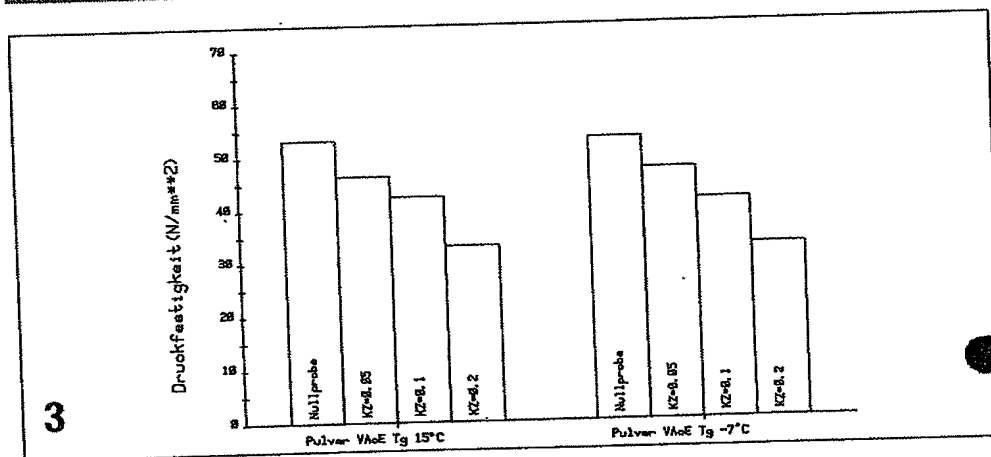
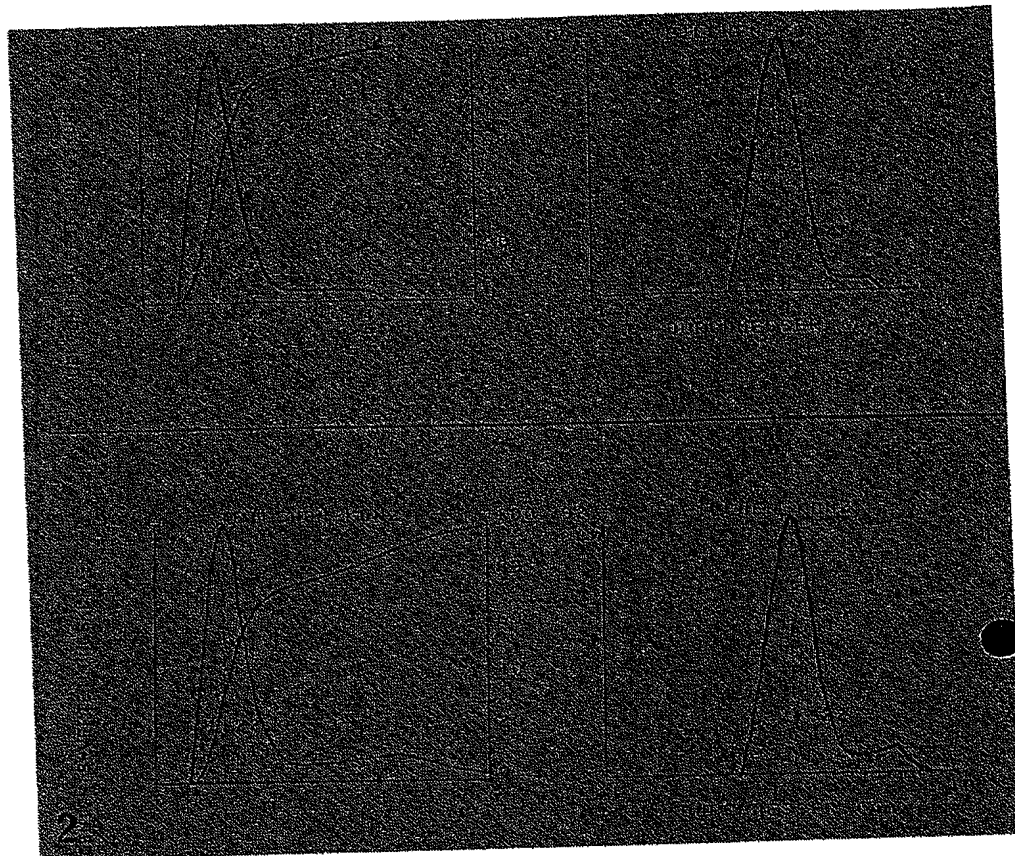


Tabelle 1: Druckfestigkeit und Biegezugfestigkeit von RD-pulvermodifizierten Mörteln (N/mm<sup>2</sup>)

Rezeptur : DIN-Mischung (1164) mit WZ 0,45 Lagerung : 14 Tage naß/14 Tage trocken					
Probe	[KZ]	Luftgehalt [%]	Biegezugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	Druckfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	Druckfestigkeit Biegezugfestigkeit
1	—	6	5,9 ± 0,1	53,2 ± 2,0	9
2	0,05	5,5	6,4 ± 0,8	46,4 ± 3,2	7,2
3	0,1	5,8	7,5 ± 1,0	42,5 ± 2,2	5,7
4	0,2	6	8,5 ± 1,0	33,1 ± 1,3	3,9
5	0,05	5,6	6,2 ± 1,0	47,3 ± 2,7	7,6
6	0,1	6,0	7,3 ± 1,1	41,4 ± 2,3	5,7
7	0,2	6,0	8,1 ± 0,9	32,7 ± 1,0	4
Probe 1 – 4 : RD-Pulver VAcE TG 15°C RE 524 Z					
Probe 5 – 7 : RD-Pulver VAcE TG -7°C RE 545 Z					

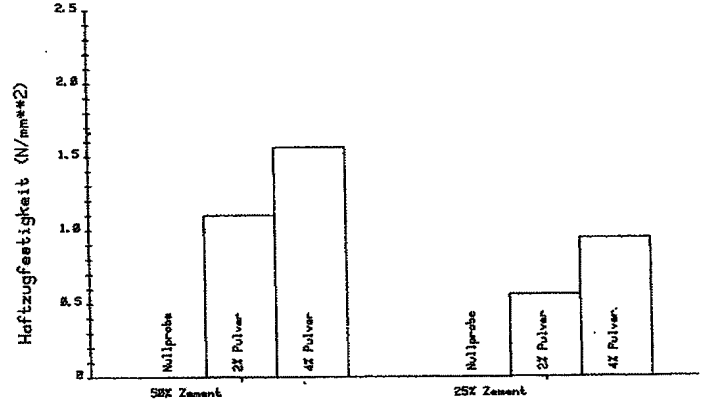
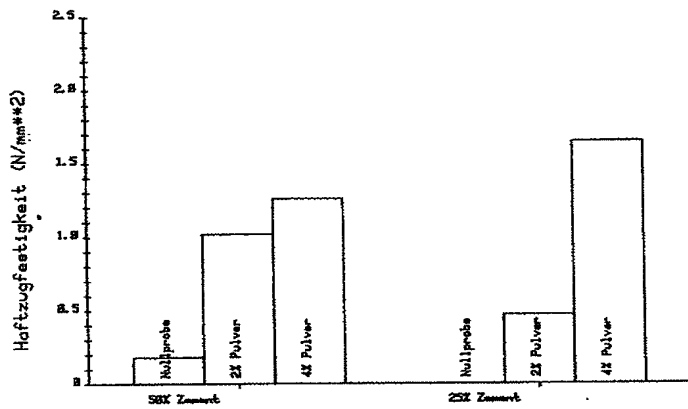
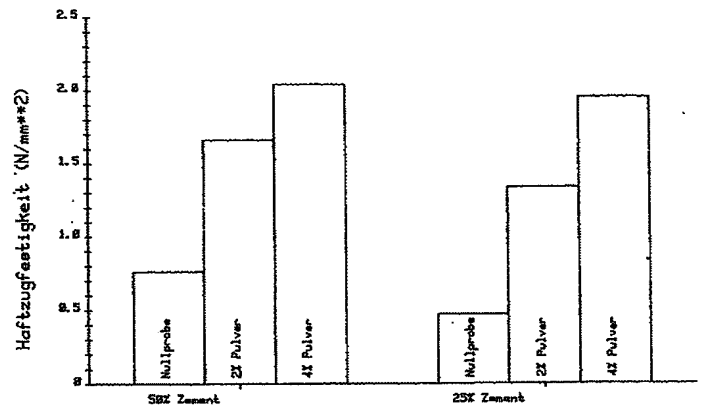
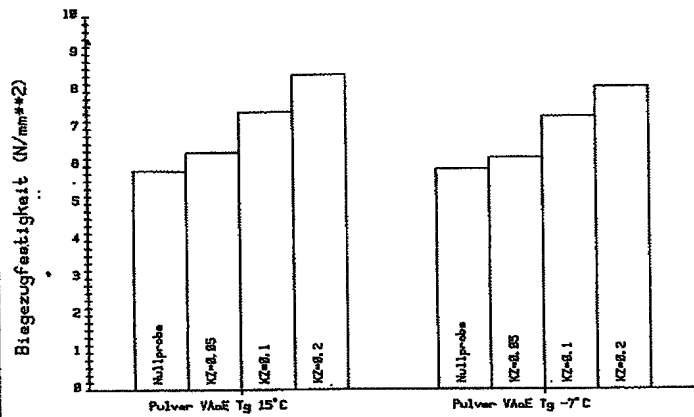


Tabelle 2: Haftzugfestigkeit von Fliesenklebern [N/mm²]

Rezeptur 1 mit 50 Teilen Zement  
 Rezeptur 2 mit 25 Teilen Zement  
 RD-Pulver VAcE Tg 15 °C, RE 526 Z  
 Untergrund: Betongehwegplatten  
 Fliese: Steinzeug

Rezeptur	Kunststoff [%]	28 d trocken	28 d trocken 14 d 70 °C	7 d trocken, 21 d naß 25 Frost-Tau-Wechsel
1	—	0,76 ± 0,13	0,18 ± 0,05	abgefallen
1	2	1,66 ± 0,19	1,02 ± 0,15	1,10 ± 0,14
1	4	2,04 ± 0,15	1,26 ± 0,15	1,56 ± 0,17
2	—	0,47 ± 0,11	abgefallen	abgefallen
2	2	1,34 ± 0,15	0,47 ± 0,07	0,56 ± 0,07
2	4	1,96 ± 0,15	1,65 ± 0,15	0,94 ± 0,07

Bild 4: Biegezugfestigkeit (N/mm²). DIN-Mischung (1164) WZ = 0,45, 14 d Wasser/14 d NK

Bild 5: Haftzugfestigkeit von Klebern. Pulver VAcE, Tg 15 °C, Steinzeug auf Beton, 28 d NK

Bild 6: Haftzugfestigkeit von Klebern. Pulver VAcE, Tg 15 °C, Steinzeug auf Beton, 28 d NK, 14 d 70 °

Bild 7: Haftzugfestigkeit von Klebern. Pulver VAcE Tg 15 °C, Steinzeug auf Beton 7 d NK, 21 d Wasser, 25 Frost-Tau-Wechsel

chungen wurden mit der gleichen Rezeptur wie für die Druckfestigkeitsuntersuchungen durchgeführt. Die Lagerung 14 d Wasser, 14 d Normklima sorgt dafür, daß ein gleichmäßiger hoher Hydratationsgrad des Zementes gegeben ist und nicht etwa auch noch das unterschiedliche Wasserrückhaltevermögen der Pulver mitgeprüft wird.

Bei einem Kunststoffzementfaktor (KZ) von 0,2 beträgt das Verhältnis von Druckfestigkeit zu Biegezugfestigkeit etwa 4, während ohne Kunststoffzusatz 9 – 10 gemessen wird.

Ganz entscheidend verbessert wird durch den Einsatz von RD-Pulvern die Zugfestigkeit bzw. wenn man mit Systemen unterschiedlicher Materialien, wie z.B. beim Fliesenkleber arbeitet, die Haftzugfestigkeit von Zementmörteln. Je mehr RD-Pulver verwendet wird, desto besser wird die Haftung von Klebern. Die Vorteile von RD-Pulver-modifizierten Klebern werden besonders deutlich bei Bedingungen, in denen der Kleber Verformungen unterliegt, wie bei höherer thermischer Belastung oder Frost-Tau-Wechseln.

Da die Bruchstelle bei Pulver-modifizierten Mörteln fast durchwegs im Mörtel liegt, stellt die Haftzugfestigkeit gleichzeitig ein Maß für die Zugfestigkeit des Mörtels dar.

Die Untersuchungen wurden mit 2 Probereihen durchgeführt, die Rezeptur 1 ist mit 50 % Zement zementreich, die andere enthält 25 % Zement; als Pulver wurde ein Vinylacetat-Ethylen mit einer Tg von 15 °C eingesetzt (RE 526 Z). Die erhaltenen Werte sind in Tab. 2 und den Bildern 5 – 7 gezeigt. Durch den Pulverzusatz wird die Haftzugfestigkeit deutlich erhöht. Bei Zusatz von 4 % Pulver erreichen beide Kleber etwa 2 N/mm<sup>2</sup> bei der Trockenlagerung. Während bei der Trockenlagerung auch die Nullproben noch ausreichende Haftung zeigen (ausreichend heißt hier, die von der Fliesenklebernorm DIN 18 156 geforderten 0,5 N/mm<sup>2</sup> wurden erreicht), versagt der unmodifizierte Kleber mit 25 % Zement bei Lagerung bei erhöhter Temperatur (Bild 6), die Fliese fällt ab, der unmodifizierte Kleber mit 50 % Zementanteil erreicht nur noch 0,18 N/mm<sup>2</sup>. Bei Lagerung mit Frost-Tau-Zyklen (Bild 7) versagen beide unmodifizierten Kleber. Bei Zusatz von 2 % Dispersionspulver wird mit dem zementreichen Kleber in beiden Lagerungen noch etwa 1 N/mm<sup>2</sup> erreicht, beim zementarmen werden etwa 0,5 N/mm<sup>2</sup> gemessen, hier muß mit etwas mehr Residispersionspulver modifiziert werden, um ein gleichgutes Niveau wie beim zementreichen Kleber zu erreichen. Man erkennt daran deutlich, daß es in bezug auf die Gesamthaftung des Mörtels ein Wechselspiel der Bindemittelkomponenten Zement und Redispersionspulver gibt.

Das plastische Verhalten von RD-Pulver-modifizierten Zementmörteln wird auch deutlich, wenn man Kraft-Verformungskurven mit einer mit einem Wegaufnehmer ausgestatteten Biegezugfestigkeitsprüfeinheit mißt. Die Durchbiegung bei Bruch ist deutlich größer als beim unmodifizierten Mörtel, gleichzeitig steigt die Biegezugfestigkeit an, der E-Modul sinkt mit steigendem Pulvergehalt.

Die erhöhte Verformungsfähigkeit der modifizierten Massen wirkt natürlich der Rißbildung, beispielsweise durch das Schwinden des Grundmaterials Zement, positiv entgegen.

Mit Redispersionspulver modifizierten Zementmörteln erhält man nicht nur erhöhte Klebeeigenschaften auf Beton oder Fliesen, es ist mit diesem einfach zu handhabenden System auch möglich, ganz unterschiedliche Systeme sicher miteinander zu verbinden.

So können Fliesen auf Holz, PVC und anderen organischen Untergründen oder auch Metall geklebt werden.

**Tabelle 3: Verformung, Abscherkraft und Haftung von RD-pulvermodifizierten Klebern**

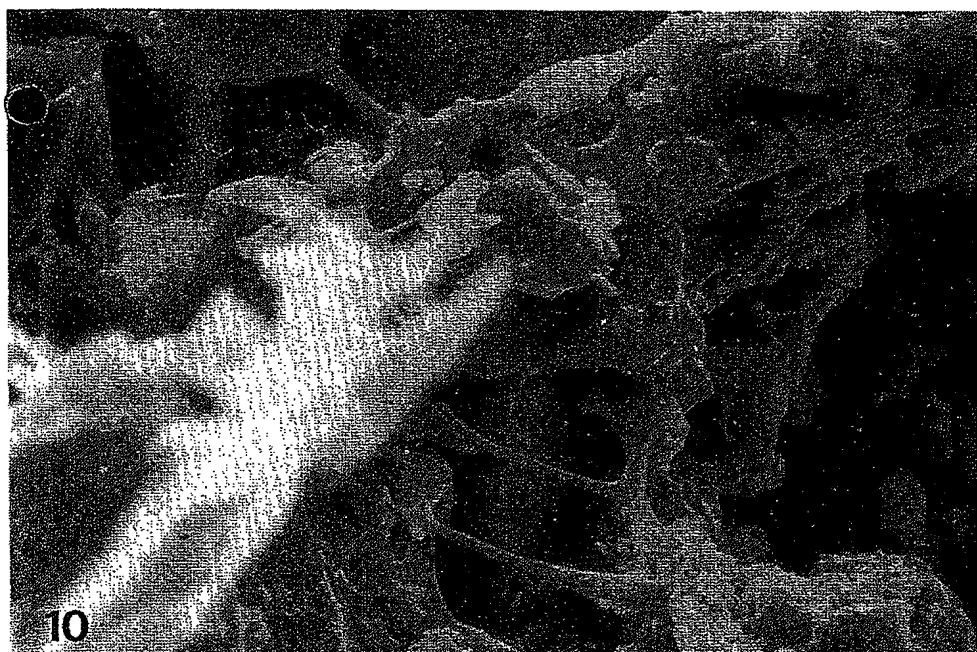
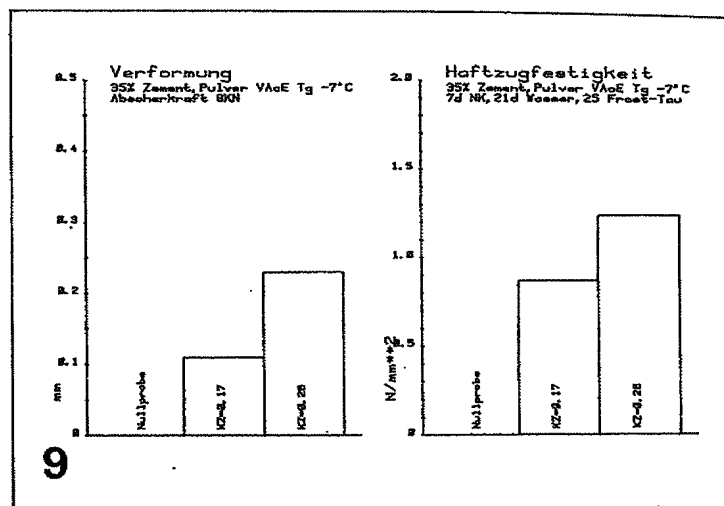
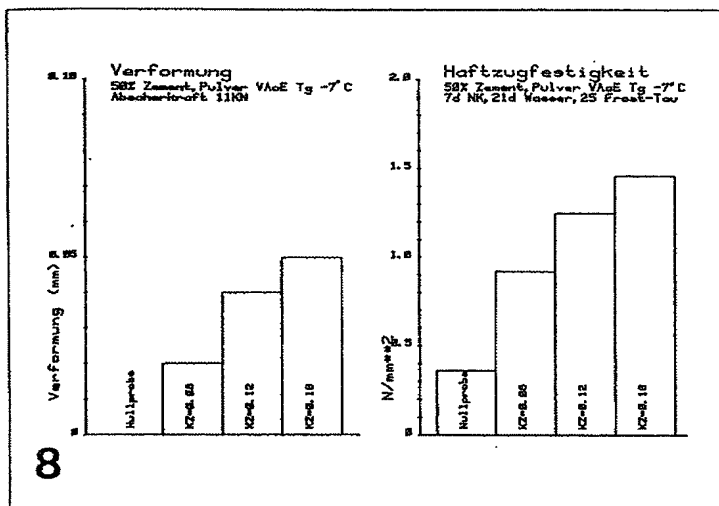
RD-Pulver: VAcE Tg -7 °C      RE 545 Z					
% Zement enthalten: Probe 1 – 4: 50 / Proben 5 + 6: 35 / Proben 7 + 8: 25					
Probe	Kunststoff- anteil [%]	Kunststoff- Zement- Faktor [KZ]	Verformung [mm]	Abscherkraft [kN]	Haftzugfestig- 7 d NK 21 d Wasser 25 Frost-Tau- Wechsel [N/mm <sup>2</sup> ]
1	—	—	0,0	9	0,36
2	3	0,06	0,02	11	0,92
3	6	0,12	0,04	10,2	1,25
4	9	0,18	0,05	11,6	1,46
5	6	0,17	0,11	8	0,87
6	9	0,26	0,23	8	1,24
7	6	0,24	0,22	5,4	0,73
8	—	—	—	—	abgefallen

**Tabelle 4: E-Modul, Durchbiegung und Biegezugfestigkeit von mit RD-pulvermodifizierten Zementmörteln**

RD-Pulver Tg -7 °C, VAcE      RE 545 Z					
WZ 0,92 / 30 % Zement / Lagerung 1 Monat trocken, 6 Monate naß, 7 Tage trocken,					
Prismen 16 cm x 4 cm x 1 cm					
Probe	RD-Pulver [%]	E-Modul [N/mm <sup>2</sup> ]	Durchbiegung [mm]	Biegezugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	
1	—	11 563 ± 1 249	0,123	5,3 ± 0,1	
2	1	11 812 ± 835	0,133	5,74 ± 0,28	
3	3	9 471 ± 2 009	0,188	6,02 ± 0,15	
4	6	8 911 ± 100	0,248	6,72 ± 0,31	

**Tabelle 5: Haftzugfestigkeit von RD-Pulver-modifizierten Zementmörteln auf unterschiedlichen Untergründen**

RD-Pulver VAcE Tg -7 °C      RE 545 Z					
Zementanteil: 35 %, Fliese: 5 cm x 5 cm, Lagerung: 14 d NK					
Probe	RD-Pulver [%]	Holz [N/mm <sup>2</sup> ]	PVC [N/mm <sup>2</sup> ]	Eisen [N/mm <sup>2</sup> ]	Betonplatte [N/mm <sup>2</sup> ]
1	11	1,73	0,53	0,65	1,81
2	16	2,1	0,44	0,93	2,0
3	—	—	—	0,05	0,74

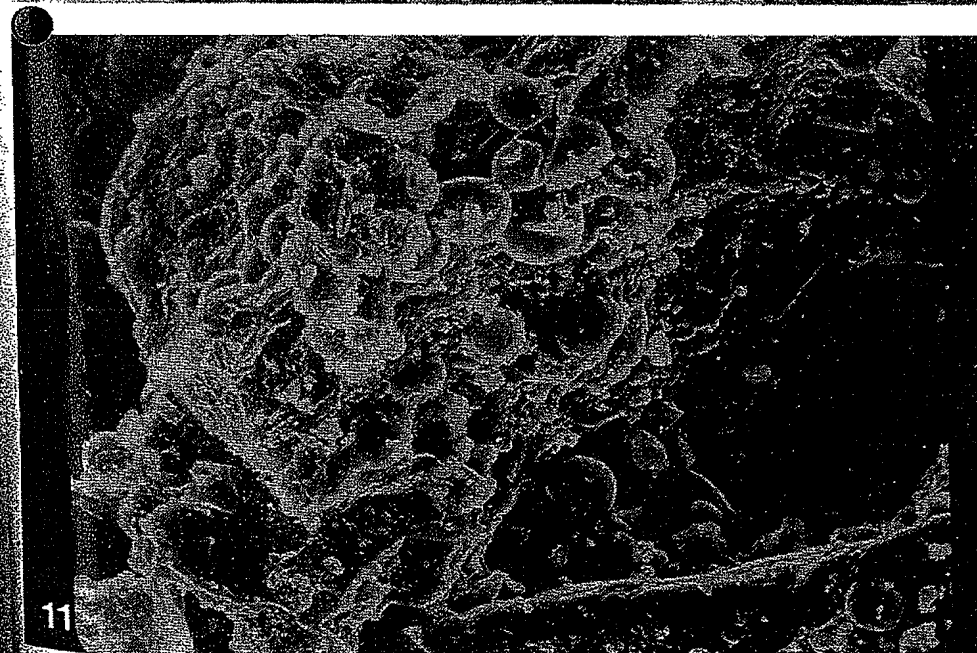


**Bild 8: Verformung und Haftung von Klebern.**

**Bild 9: Verformung und Haftung von Klebern.**

**Bild 10: Gut redispersierbare Redispersionspulver im Mörtel**

**Bild 11: Schlecht redispersiertes Redispersionspulver im Mörtel**



Wodurch kommt es nun zu diesen starken Erhöhungen der Haftfestigkeit von Klebern gerade auch bei den nach DIN 18 156 geforderten Wechsellagerungen wie Frost-Tau oder Lagerung bei erhöhter Temperatur?

Bei diesen Lagerungen wird der Kleber beträchtlichen Spannungen ausgesetzt. Ist eine ausreichende Verformbarkeit des Klebers nicht gegeben, kommt es zu Mikrobrüchen innerhalb der Zementmatrix des Klebers, was zu verminderter Festigkeit des Systems führt, wobei es bei starker Schädigung des Systems ganz zum Ausfall kommt, die Fliese fällt ab.

Besonders gefährdet sind dabei die Zonen, wo Materialien mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufeinandertreffen und sich starke Spannungszustände aufbauen. Durch den Zusatz von Redispersionspulver wird der Mörtel verformungsfähiger, und die Spannungen können besser abgebaut werden.

Man kann die Verformung in Anlehnung an DIN 18 156 Teil 3 messen. Mit zunehmendem Kunststoffgehalt des Klebers steigt die Verformbarkeit des Klebers.

Tabelle 3 und die Bilder 8 und 9 zeigen, daß mit zunehmender Verformbarkeit des Klebers bei gleichem Zementgehalt die Haftzugfestigkeit nach Frost-Tau-Lagerung verbessert wird. Die Nullproben, es wurde mit 2 Rezepturen mit unterschiedlichem Zementgehalt von 50 % und 35 % Zement im Kleber gearbeitet, zeigen jeweils keine Verformbarkeit, der redisper-



sionspulver modifizierte, zementreiche Kleber zeigt insgesamt bei gleichem Kunststoff-Zement-Faktor geringere Verformungsfähigkeit aber trotzdem höhere Haftzugfestigkeiten, man erkennt also wieder das Wechselspiel Zement/Redispersionspulver.

Wie kann man die starke Verbesserung der Haftungseigenschaften bzw. der Zugfestigkeit von durch Redispersionspulver modifizierten Massen erklären?

Es wurde gezeigt, daß die modifizierten Mörtel eine erhöhte Verformungsfähigkeit besitzen. Durch diese erhöhte Verformungsfähigkeit können vermehrt Spannungen im System abgebaut werden, das System wird dadurch belastbarer.

Es wurde ferner deutlich, daß sich die Haftungseigenschaften des Systems deutlich verbessern; selbst auf PVC wird gute Haftung erzielt.

Durch den Zusatz der Redispersionspulver wird dagegen die Hydratationsreaktion des Zementes nicht wesentlich verändert. Man kann den Ablauf der Zementabbindung recht einfach mit Hilfe der über die Zeit frei werdenden Reaktionswärme verfolgen. Man erhält mit RD-Pulver praktisch identische Temperaturabläufe wie bei der unmodifizierten Mischung.

Durch REM-Aufnahmen wird deutlich, daß im System Zement - Dispersionspulver - Zuschlagstoffe sowohl der hydratisierte Zement als auch das Dispersionspulver als Bindemittel vorliegen. In Bild 10 erkennt man, daß das Pulver als Bindungsbrücke im System wirkt. Man sieht zweifelsfrei den verfilmten Kunststoff. Damit liegt gleichzeitig der Beweis vor, daß das Dispersionspulver wirklich redispergiert, ansonsten könnte kein so sauber verfilmtes Material gefunden werden. Man erkennt in Bild 11 deutlich, was passiert, wenn das Dispersionspulver nicht so gut redispergiert, ein Teil des Pulvers befindet sich unverändert im Gefüge und trägt zur Bindung nicht sichtbar bei.

Um sicherzustellen, daß es sich bei den Materialien wirklich um das eingesetzte Redispersionspulver handelt, wurde für die Untersuchungen ein Pulver eingesetzt, das einen erheblichen Anteil an organisch gebundenem Chlor enthält, welches einfach mit Hilfe der energiedispersiven Röntgenstrahlanalyse nachgewiesen werden kann. [Die REM-Aufnahmen wurden an trocken gebrochenen Proben gemacht.]

Man kann sich vorstellen, daß sich dort besonders viel redispergierter Kunststoff befindet, wo sich beim Anmachen des Mörtels Wasser befindet, zum Beispiel in Gefügefehlstellen zwischen einer relativ glatten Fliesenseite und vergleichsweise groben Mörtelbestandteilen. Das Wasser, das für den Dispersionszustand des Harzes gebraucht wird, wird beim Abbinden des Mörtels zum Teil verbraucht, zum anderen Teil verdampft es oder wandert in den Untergrund. Das hat zur Folge, daß die Harzteilechen verfilmen (Bild 12).

Die Reißfestigkeit solcher Harzfilme liegt bei  $> 5 \text{ N/mm}^2$ , ist also deutlich höher als die Zugfestigkeit von Zementstein. Man zieht in das Zementssystem zum Teil Harzdomänen ein, deren Zugfestigkeit höher ist als die des Zementsystems selbst. Diese verfilmenden Harzdomänen befinden sich dazu in den Porenräumen des Bindemittelgerüsts, die beim Anmachen mit Wasser gefüllt waren und die zu relativ großen Poren im abgeordneten Zustand geführt haben, es werden damit ganz gezielt die schwächsten Stellen im System - und dies sind die Poren - durch das Dispersionspulver verstärkt. Das erklärt auch die vorher beschriebenen Daten, wo mit relativ geringen Mengen



Bild 12: Harzdomäne in einer Mörtelpore

Bild 13: Überbrückender Harzfilm zwischen Fliese (links) und anorganischem Mörtelmaterial



fläche. Der deutlich sichtbare Film verbessert die Haftung des Mörtels auf der Fliese.

Im System Zement/Dispersionspulver liegt so ein ideales Bindemittelgemisch vor, einzelnen Komponenten bringen ihre Eigenschaften ein, die sich hervorragend ergänzen und erbringen zusammen ein Eigenschaftsbild, das von den Einzelkomponenten Zement und Redispersionspulver nicht erreicht wird.

Dabei hat es der Anwender sehr einfach, dem System zu arbeiten. Die Komponenten werden trocken gemischt und man kann trockene Gemisch als Trockenwerkmörtel ziehen. Die Mischung ist dann lange Zeit lagfähig. Bei Gebrauch wird die Fertigmischung dann einfach, wie bei hydraulisch abbindenden Systemen gewohnt, mit der entsprechenden Wassermenge angemacht und ganz normal verarbeitet.

Zu dieser Arbeit hat der gesamte Bereich L-AT-DB der Wacker-Chemie GmbH beigetragen.

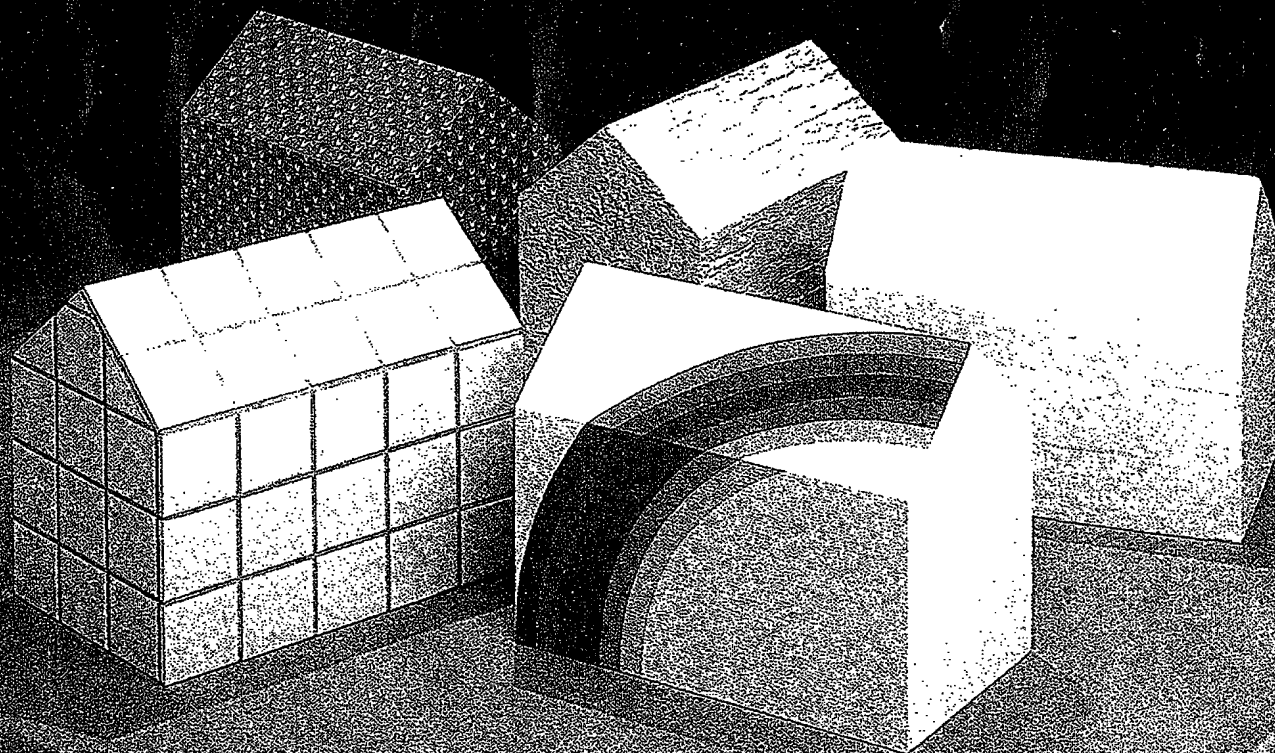


# Vinnapas®- Dispersionspulver zeigen Wirkung!

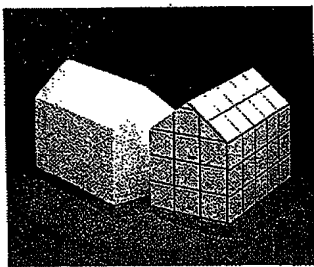
Auf dem Gebiet der redispergierbaren Polyvinylacetat-Pulver nimmt die Wacker-Chemie mit ihren „Vinnapas-Dispersionspulvern“ weltweit die führende Stellung ein.

Ende der 50er Jahre wurde mit der Produktion des ersten homopolymeren Vinnapas-Dispersionspulvers begonnen. Heute umfaßt die Produktpalette eine Vielzahl von homo-, co- und terpolymeren Typen für unterschiedliche Einsatzgebiete im Bau-sektor, wobei der Schwerpunkt bei den ethylenhaltigen Dispersionspulvern liegt.

Mit Vinnapas-Dispersionspulvern erzielt man in vielen Gebieten eine qualitätsverbessernde Wirkung. Als organisches Bindemittel bringen sie in Kalk-, Zement- und Gipsmörteln eine verbesserte Haftung auf unterschiedlichen Untergründen, eine stärkere Verformbarkeit und höhere Biegezugfestigkeit, eine erhöhte Abriebfestigkeit, eine leichtere Verarbeitbarkeit, eine verbesserte Standfestigkeit, einen guten Verlauf und eine zusätzliche Hydrophobierung.



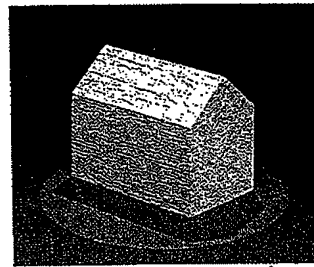
# Einsatzgebiete



**Klebmörtel für Fliesen und Dämmplatten**

**Planblocksteinkleber**

**Vollwärmeschutzkleber und Spachtelmassen**



**Reparaturmörtel, Beton-sanierung**

**Wandbeschichtungen und Spachtelmassen**

**Bodenausgleichsmassen ohne Kasein**

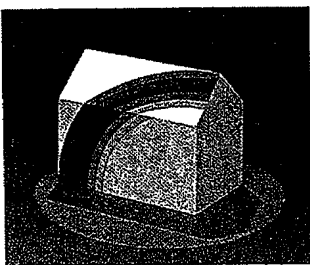
**Bodenausgleichsmassen mit Kasein**

**Dichtungsschlämme**

**Kunststoffvergütete Kalk-/ Zementputze und Anstriche**

**Fugenmörtel**

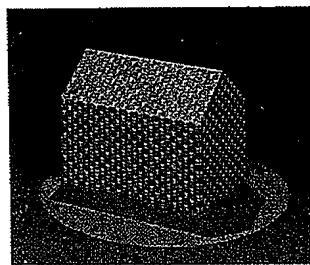
**Fugenmassen, Fugenfüller**



**Wand- und Deckenspachtel-massen**

**Pulverförmig gelieferte Dispersionsfarben**

**Tapetenkleister, Holzleime**



**Gips**

**Keramische Massen**

Besonders geeignet

Gut geeignet

Geeignet

RE 530 Z	RE 546 Z	RE 524 Z	RE 526 Z	EPMZ 1
		RE 545 Z	RI 538 Z	
RI 538 Z		RE 524 Z	RE 545 Z	EPMZ 1
				RE 526 Z
RE 545 Z		RE 524 Z	RE 526 Z	RE 530 Z
RI 538 Z				RE 546 Z
RE 545 Z		EPMZ 0	RE 524 Z	EPMZ 1
RI 538 Z		RE 526 Z	RE 530 Z	RE 546 Z
RE 530 Z	RE 546 Z	RE 524 Z	RE 526 Z	50/25 VLZ
		RE 545 Z		RI 538 Z
EPMZ 0		EPMZ 1	RE 524 Z	
		RE 526 Z	RE 545 Z	
		RI 538 Z		
		RE 524 Z	RE 526 Z	
		RE 545 Z	RI 538 Z	
EPMZ 0	RE 545 Z	RE 524 Z		EPMZ 1
RI 538 Z				RE 526 Z
RI 538 Z		RE 524 Z	RE 526 Z	
		RE 530 Z	RE 545 Z	
		50/25 VLZ	RE 546 Z	
RI 538 Z		RE 524 Z	RE 526 Z	RE 530 Z
		50/25 VLZ	RE 545 Z	RE 546 Z
RI 538 Z		EPMZ 1	RE 524 Z	RE 546 Z
		RE 526 Z	RE 530 Z	50/25 VLZ
		RE 545 Z		
RI 538 Z		RE 524 Z	RE 526 Z	EPMZ 1
		RE 545 Z	RE 546 Z	RE 530 Z
RI 538 Z		50/25 VLZ		RE 524 Z
				RE 526 Z
				RE 530 Z
				RE 545 Z
				RE 546 Z
				D 50
				D 50 R
				D 50 SZ
D 50 R	D 50 SZ			RE 524 Z
				RE 526 Z
				RE 545 Z
				RI 538 Z
				D 50
		RE 526 Z		EPMZ 0
		D 50 R	D 50 SZ	EPMZ 1
				RE 524 Z
				RE 530 Z
				RE 545 Z
				RE 546 Z
				50/25 VLZ
				RI 538 Z
				D 50
		D 50 R	D 50 SZ	EPMZ 0
				EPMZ 1
				RE 524 Z
				RE 526 Z
				RE 530 Z
				RE 545 Z
				RE 546 Z
				50/25 VLZ
				RI 538 Z
				D 50

☒ VAC/E Copolymere

☒ VAC/VL Co,- und Terpolymere

☒ VAC Homopolymere

An die **Wacker-Chemie GmbH**, LV-Stab, Postfach, 8000 München 22  
Ich möchte mehr über Vinnapas-Dispersionspulver erfahren. Bitte schicken Sie mir Ihre ausführliche Broschüre zu.

Name:

Straße:

Ort:

An die **Wacker-Chemie GmbH**, LV-Stab, Postfach, 8000 München 22  
Ich möchte mehr über Vinnapas-Dispersionspulver erfahren. Bitte schicken Sie mir Ihre ausführliche Broschüre zu.

Name:

Straße:

Ort:

# RESULT LIST

Approximately 223 results found in the Worldwide database for:

**Wacker** as the applicant AND **Weitzel** as the inventor

Sorting criteria: **Upload Date** Priority Date Inventor Applicant Ecla

- 1 Process for the preparation of polyvinyl alcohol stabilized latices**  
Inventor: WEITZEL HANS-PETER [DE] Applicant: WACKER CHEMIE AG [DE]  
EC: C08F2/20 IPC: C08F2/20; C08F2/12  
Publication AT476451 (T) - 2010-08-15 Priority Date: 2005-11-17  
info:
- 2 Vernetzbare, silanmodifizierte Mischpolymerisate**  
Inventor: MINGE OLIVER [DE] ; WEITZEL HANS-PETER [DE] (+1) Applicant: WACKER CHEMIE AG  
EC: C08F230/08; C09D143/04 IPC: C08F230/08; C09D143/04; C08F230/00; (+1)  
Publication ES2343019 (T3) - 2010-07-21 Priority Date: 2005-01-05  
info:
- 3 Process for preparing copolymers of vinylester and (meth) acrylic ester**  
Inventor: WEITZEL HANS-PETER DR [DE] Applicant: WACKER CHEMIE AG  
EC: C08F218/04; C08F220/12 IPC: C04B24/26; C08F2/44; C08F218/04; (+5)  
Publication ES2342711 (T3) - 2010-07-13 Priority Date: 1999-12-23  
info:
- 4 METHOD FOR THE PRODUCTION OF PROTECTIVE COLLOID-STABILIZED POLYMER PRODUCTS AND DEVICE FOR CARRYING OUT THE METHOD**  
Inventor: WEITZEL HANS PETER [DE] ; GUENALTAY MEHMET [TR] (+1) Applicant: WACKER CHEMIE AG [DE]  
EC: C08F2/00W; C08F2/20; (+2) IPC: B01F5/06; C08F2/22; C08F210/02; (+5)  
Publication KR20100046033 (A) - 2010-05-04 Priority Date: 2007-08-29  
info:
- 5 CONTINUOUS POLYMERIZATION PROCESS**  
Inventor: WEITZEL HANS PETER [DE] ; BRAUNSPERGER ROBERT [DE] Applicant: WACKER CHEMIE AG [DE]  
EC: B01J19/18F; C08F210/02; (+3) IPC: C08F2/22; C08F210/02; C08F218/04; (+5)  
Publication KR20100032929 (A) - 2010-03-26 Priority Date: 2007-08-14  
info:
- 6 Producing heat-accumulating material containing binder, useful e.g. as adhesive, comprises emulsifying monomers and heat-accumulating material in water, initiating free radical polymerization and optionally drying the dispersion**  
Inventor: WEITZEL HANS-PETER [DE] Applicant: WACKER CHEMIE AG [DE]  
EC: C04B40/00D4B; C09K5/06B; (+2) IPC: C04B40/00; C08J3/03; C08J3/12; (+17)  
Publication DE102008043982 (A1) - 2010-05-27 Priority Date: 2008-11-21  
info:
- 7 Use Of Vinyl Chloride-Ethylene Copolymers For Hydrophobing Construction Substances**  
Inventor: WEITZEL HANS PETER [DE] ; LUTZ HERMANN [DE] Applicant: WACKER CHEMIE AG [DE]  
EC: C04B24/26T; C04B40/00D4 IPC: C04B24/26; C04B26/04; C04B40/00; (+9)  
Publication US2010041796 (A1) - 2010-02-18 Priority Date: 2004-06-01  
info:
- 8 PROCESS FOR PRODUCING CATIONICALLY STABILIZED AND WATER-REDISPERSIBLE POLYMER POWDER COMPOSITIONS**  
Inventor: SCHORM ANDREA [DE] ; WEITZEL HANS PETER [DE] (+2) Applicant: WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH CO [DE]  
EC: C08F2/20; C08F2/28; (+5) IPC: C08F2/38; C08F6/00; C08J3/12; (+3)  
Publication KR20080084847 (A) - 2008-09-19 Priority Date: 2006-02-16  
info:
- 9 DISPERSION POWDER CONTAINING FATTY ACID ANHYDRIDES**  
Inventor: WEITZEL HANS PETER [DE] Applicant: WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH CO [DE]  
EC: C04B24/08B; C04B40/00D4B IPC: C09D167/08; C09D167/08  
Publication KR20080059311 (A) - 2008-06-26 Priority Date: 2005-10-27  
info:
- 10 HYDROPHOBING POLYMER POWDER THAT CAN BE REDISPERSED IN WATER**  
Inventor: BACHER ANDREAS [DE] ; WEITZEL HANS PETER [DE] (+1) Applicant: WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH CO [DE]  
EC: C04B24/26V; C04B40/00D4B; (+3) IPC: C08F210/08; C08J3/12; C08L23/08; (+5)  
Publication KR20070064614 (A) - 2007-06-21 Priority Date: 2004-12-09  
info: KR100855574 (B1) - 2008-09-03

- 11

**DISPERSIBLE POWDER STABILIZED WITH PROTECTIVE COLLOID**  
**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER DR ; BAUER WERNER  
**EC:** C04B24/26F; C04B40/00D4B; (+2)  
**Publication info:** JP2007138176 (A) - 2007-06-07

**Applicant:** WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH  
**IPC:** C08L25/08; C08L29/04; C08L31/04; (+5)  
**Priority Date:** 2005-11-17
- 12

**Oleophob und hydrophob wirkende VC-VDC-E-Mischpolymerisate**  
**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER [DE] ; HAERZSCHEL REINHARD [DE] (+1)  
**EC:** C04B24/26T; C04B28/04; (+7)  
**Publication info:** DE102006028663 (A1) - 2008-01-03  
DE102006028663 (B4) - 2009-04-02

**Applicant:** WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH [DE]  
**IPC:** C04B24/26; C08L27/04; C09D127/04; (+7)  
**Priority Date:** 2006-06-22
- 13

**Use of Biocide-Containing, Water-Redispersible Polymer Powder Compositions in Mineral Construction Materials**  
**Inventor:** WEITZEL HANS PETER [DE] ; JODLBAUER FRANZ [DE]  
**EC:** A01N43/80  
**Publication info:** US2008281017 (A1) - 2008-11-13

**Applicant:** WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH [DE]  
**IPC:** A01N25/24; A01N43/80; C09D5/02; (+4)  
**Priority Date:** 2003-12-18
- 14

**Copolymers Containing Nanoparticles**  
**Inventor:** MINGE OLIVER [DE] ; WEIDNER RICHARD [DE] (+2)  
**EC:** C08F2/22; C08F218/08; (+9)  
**Publication info:** US2008146743 (A1) - 2008-06-19  
US7674868 (B2) - 2010-03-09

**Applicant:** WACKER CHEMIE AG [DE]  
**IPC:** C08F261/00; C08F261/00  
**Priority Date:** 2005-01-05
- 15

**Use of protective colloid-stabilised copolymers in cementless or low cement content coating compositions**  
**Inventor:** BACHER ANDREAS DR WEITZEL HANS [DE]  
**EC:** C09D131/02  
**Publication info:** CN1693380 (A) - 2005-11-09  
CN100357369 (C) - 2007-12-26

**Applicant:** WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH [DE]  
**IPC:** C04B24/26; C04B28/14; C08F218/10; (+15)  
**Priority Date:** 2004-05-06

Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

RESULT LIST

Approximately 154 results found in the Worldwide database for:  
**Wacker** as the applicant AND **Weitzel** as the inventor

Sorting criteria: **Upload Date** Priority Date Inventor Applicant Ecla

- 16

**POLYMER POWDER COMPOSITION REDISPERSIBLE IN WATER, MANUFACTURING METHOD THEREOF, AND USE OF THIS COMPOSITION**

**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER DR ; LUTZ HERMANN (+2)  
**EC:** C08K3/34  
**Publication** JP2005036235 (A) - 2005-02-10  
**info:**

**Applicant:** WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH  
**IPC:** C04B14/04; C04B14/08; C04B14/10; (+35)  
**Priority Date:** 2003-07-17
- 17

**Redispersion powder composition with a binding acceleration effect**

**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER [DE] ; LUTZ HERMANN [DE] (+1)  
**EC:** C04B28/02; C04B40/00D4B  
**Publication** US2007037925 (A1) - 2007-02-15  
**info:** US7744694 (B2) - 2010-06-29

**Applicant:** WACKER POLYMER SYSTEM GMBH & C [DE]  
**IPC:** C04B28/02; C04B40/00; C08L31/00; (+3)  
**Priority Date:** 2003-04-17
- 18

**POLYMER POWDER-COMPOSITION REDISPERSIBLE IN WATER HAVING COAGULATION ACCELERATION ACTION, METHOD FOR PRODUCING THE SAME AND APPLICATION THEREOF**

**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER DR  
**EC:** C04B28/00; C04B40/00D4B  
**Publication** JP2004162072 (A) - 2004-06-10  
**info:**

**Applicant:** WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH  
**IPC:** C04B28/00; C04B40/00; C08K5/17; (+39)  
**Priority Date:** 2002-11-14
- 19

**POLYMER STABILIZED BY PROTECTIVE COLLOID, METHOD FOR PRODUCING THE SAME AND APPLICATION THEREOF**

**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER DR ; STARK KURT  
**EC:** C08F2/24  
**Publication** JP2004162071 (A) - 2004-06-10  
**info:**

**Applicant:** WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH  
**IPC:** C08F2/16; C08F2/24; C08L31/04; (+14)  
**Priority Date:** 2002-11-14
- 20

**Process for recovery of residual ethylene from the production of vinylester-ethylene copolymers**

**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER DR [DE] ; BRAUNSPERGER ROBERT [DE]  
**EC:** C08F6/00B2; C08F6/00B2  
**Publication** ES2227498 (T3) - 2005-04-01  
**info:**

**Applicant:** WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH  
**IPC:** C08F6/00; C08F6/00; (IPC1-7): C08F6/00  
**Priority Date:** 2002-11-14
- 21

**Silicon containing polymers of ethylenically unsaturated monomers**

**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER DR [DE] ; KELLER WOLFGANG [DE]  
**EC:** C08F4/34  
**Publication** EP1382618 (A1) - 2004-01-21  
**info:** EP1382618 (B1) - 2005-05-04

**Applicant:** WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH [DE]  
**IPC:** C08F4/34; C08F4/00; (IPC1-7): C08F4/34  
**Priority Date:** 2002-07-19
- 22

**PRODUCTION METHOD FOR POLYMER STABILIZED WITH PROTECTIVE COLLOID THROUGH CONTINUOUS EMULSION POLYMERIZATION**

**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER [DE] ; BRAUNSPERGER ROBERT [DE]  
**EC:** C08F210/02; C08F218/08  
**Publication** JP2003212909 (A) - 2003-07-30  
**info:** JP3692113 (B2) - 2005-09-07

**Applicant:** WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH  
**IPC:** C08F2/01; C08F2/22; C08F2/30; (+11)  
**Priority Date:** 2001-12-19
- 23

**Coating agent for soil resistant coatings**

**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER DR [DE] ; ZEH HARALD DR [DE]  
**EC:** C08B37/00M2B2; C09D133/06  
**Publication** ES2267902 (T3) - 2007-03-16  
**info:**

**Applicant:** WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH  
**IPC:** C08B37/00; C09D105/16; C09D133/06; (+9)  
**Priority Date:** 2001-07-05
- 24

**Use of stabilized copolymers of vinyl ester, (meth)acrylate ester and optionally ethylene in building materials involves making the copolymers by radical emulsion polymerisation in two stages in presence of protective colloid**

**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER DR [DE]  
**EC:** C04B24/26F; C04B24/26K; (+4)  
**Publication** ES2206434 (T3) - 2004-05-16  
**info:**

**Applicant:** WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH  
**IPC:** C04B24/26; C04B28/02; C08F218/08; (+6)  
**Priority Date:** 2001-05-31
- Composition especially for rendering gypsum water**

- 25

**repellent comprises an organosiloxane containing silicon-bonded hydrogen atoms together with a starch ether**  
**Inventor:** GERHARDINGER DIETER [DE] ; WEITZEL HANS-PETER [DE]  
**EC:** C04B28/14; C04B40/00D4; (+1)  
**Publication** DE10220659 (A1) - 2003-11-27  
**info:**

**Applicant:** WACKER CHEMIE GMBH [DE]  
**IPC:** C04B28/14; C04B40/00; C04B41/49; (+5)  
**Priority Date:** 2002-05-09
- 26

**Polyvinyl acetal graft copolymers**  
**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER ; BALL PETER (+1)  
**EC:** C08F261/04; C08F261/12; (+1)  
**Publication** BR0106117 (A) - 2002-08-13  
**info:**

**Applicant:** WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH [DE]  
**IPC:** C04B24/26; C04B24/28; C08F2/16; (+15)  
**Priority Date:** 2000-12-14
- 27

**Process for the preparation of polymers having a reduced content of volatile components**  
**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER  
  
**EC:** C04B24/26K; C04B40/00D4B; (+3)  
**Publication** BR0106055 (A) - 2002-08-06  
**info:**

**Applicant:** WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH [DE]  
**IPC:** C04B24/26; C04B40/00; C08F18/08; (+21)  
**Priority Date:** 2000-12-14
- 28

**Vinylaromatic/1,3-diene copolymer stabilized with protective colloids as adhesives for porous substrates**  
**Inventor:** MAYER THEO [DE] ; KOHLER THOMAS [DE] (+3)  
**EC:** C08F236/10; C09J109/06; (+2)  
**Publication** US6656983 (B1) - 2003-12-02  
**info:**

**Applicant:** WACKER CHEMIE GMBH [DE]  
**IPC:** C08F236/10; C09J109/06; C09J125/10; (+4)  
**Priority Date:** 1998-11-24
- 29

**Process for preparing two-phase polymers in the form of their aqueous dispersions and water-redispersible powders**  
**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER [DE]  
  
**EC:** C04B26/06; C08F263/04; (+1)  
**Publication** TW287020 (B) - 2007-09-21  
**info:**

**Applicant:** WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH [DE]  
**IPC:** C04B26/06; C08F2/00; C08F2/18; (+52)  
**Priority Date:** 2000-07-21
- 30

**Process for preparing polyvinyl-alcohol-stabilized polymers by continuous emulsion polymerization**  
**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER [DE]  
  
**EC:** C08F218/04; C08F263/04; (+4)  
**Publication** TW565574 (B) - 2003-12-11  
**info:**

**Applicant:** WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH [DE]  
**IPC:** C08F2/00; C08F2/01; C08F2/16; (+35)  
**Priority Date:** 2000-07-21

Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

RESULT LIST

Approximately 105 results found in the Worldwide database for:  
Wacker as the applicant AND Weitzel as the inventor

Sorting criteria: **Upload Date** Priority Date Inventor Applicant Ecla

- 31

**Process for preparing polymer dispersions with a high solids content**

**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER [DE]

**EC:** C08F255/02C; C08F255/02C; (+2)

**Publication info:** **US2002032268 (A1)** - 2002-03-14  
**US6632869 (B2)** - 2003-10-14

**Applicant:** WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH [DE]

**IPC:** **C08F255/02; C08F263/04; C08F255/00;** (+3)

**Priority Date:** 2000-07-21
- 32

**Continuous emulsion polymerisation process for preparing polymers stabilised by protective colloids**

**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER DR [DE]

**EC:** C08F218/04; C08F263/04; (+4)

**Publication info:** **EP1352915 (A1)** - 2003-10-15  
**EP1352915 (B1)** - 2005-03-23

**Applicant:** WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH [DE]

**IPC:** **C08F218/04; C08F263/04; C08L23/08;** (+13)

**Priority Date:** 2000-07-21
- 33

**Use of Vinylaromatic/1,3-diene copolymers stabilized with protective colloids in building adhesive formulations**

**Inventor:** HAERZSCHEL REINHARD [DE] ; MAYER THEO [DE] (+1)

**EC:** C04B24/26S; C08F236/10; (+2)

**Publication info:** **US6552120 (B1)** - 2003-04-22

**Applicant:** WACKER CHEMIE GMBH [DE]

**IPC:** **C04B24/26; C08F236/10; C09J109/06;** (+9)

**Priority Date:** 1998-11-19
- 34

**Vinyl aromatic-1,3-diene copolymers stabilized with protection colloids used for modifying materials containing plaster or calcium carbonate**

**Inventor:** MAYER THEO [DE] ; FRITZE PETER [DE] (+2)

**EC:** C04B24/26S; C04B28/14; (+1)

**Publication info:** **US6566434 (B1)** - 2003-05-20

**Applicant:** WACKER CHEMIE GMBH [DE]

**IPC:** **C04B24/26; C04B28/14; C08F2/22;** (+10)

**Priority Date:** 1998-11-19
- 35

**Self-leveling screeds and trowel-applied flooring compositions containing dispersion powder compositions based on vinylaromatic-1,3-diene copolymers**

**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER [DE] ; MAYER THEO [DE] (+1)

**EC:** C04B24/26S; C04B28/02; (+2)

**Publication info:** **US6632861 (B1)** - 2003-10-14

**Applicant:** WACKER CHEMIE GMBH [DE]

**IPC:** **C04B24/26; C04B28/02; C09D5/34;** (+6)

**Priority Date:** 1998-11-19
- 36

**Utilisation of redispersible polymer powders in construction adhesives**

**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER DR [DE]

**EC:** C04B24/26; C04B24/26F; (+3)

**Publication info:** **ES2176172 (T3)** - 2002-12-01

**Applicant:** WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH

**IPC:** **C04B24/26; C04B40/00; C09J131/04;** (+6)

**Priority Date:** 2000-04-20
- 37

**Verfahren zur Herstellung von Polyvinylalkohol-stabilisierten Polymerisaten**

**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER DR

**EC:** C04B24/26K; C04B40/00D4; (+5)

**Publication info:** **BR0002847 (A)** - 2001-01-30  
**BR0002847 (B1)** - 2009-08-11

**Applicant:** WACKER POLYMER SYSTEMS GMBH [DE]

**IPC:** **C04B24/26; C04B40/00; C08F2/16;** (+15)

**Priority Date:** 1999-06-24
- 38

**Process for preparing protective-colloid-stabilized vinylaromatic-1,3-diene copolymers**

**Inventor:** BASTELBERGER THOMAS [DE] ; HAERZSCHEL REINHARD [DE] (+3)

**EC:** C08F236/10

**Publication info:** **US6590022 (B1)** - 2003-07-08

**Applicant:** WACKER CHEMIE GMBH [DE]

**IPC:** **C08F2/16; C08F2/20; C08F236/10;** (+11)

**Priority Date:** 1997-12-02
- 39

**Flocculation concentrate useful for the preparation of fast-drying aqueous plaster- and coating compositions, and such compositions**

**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER DR [DE] ; ZEHAARALD DR [DE] (+2)

**EC:** C04B41/48R; C09D5/02K; (+2)

**Publication info:** **EP1035175 (A2)** - 2000-09-13  
**EP1035175 (A3)** - 2001-01-03  
**EP1035175 (B1)** - 2003-02-19

**Applicant:** WACKER CHEMIE GMBH [DE]

**IPC:** **C04B41/48; C09D157/00; C09D5/02;** (+9)

**Priority Date:** 1999-03-10
- 40

**Crosslinkable powder composition which is redispersible in water**

- 41

Inventor: ECK HERBERT [DE] ; MAYER THEO [DE] (+1)

EC: C04B24/28; C08K5/159; (+1)

Publication info: **US6228937 (B1)** - 2001-05-08

Applicant: WACKER CHEMIE GMBH [US]

IPC: **C04B24/28; C08K5/159; C08K5/19; (+3)**

Priority Date: 1997-07-31

**Thickeners based on carboxyl-and carboxamido-containing addition polymers**
- Inventor: WEITZEL HANS-PETER [DE] ; BRAUNSPERGER ROBERT [DE]

EC: C08F220/04; C08F220/54

Publication info: **US6197871 (B1)** - 2001-03-06

Applicant: WACKER CHEMIE GMBH [US]

IPC: **C08F220/04; C08F220/54; C08F220/00; (+1)**

Priority Date: 1997-08-18
- 42

Inventor: MAYER THEO [DE] ; WEITZEL HANS-PETER [DE] (+2)

EC: C08F2/24; C08F6/24; (+2)

Publication info: **US6300403 (B1)** - 2001-10-09

Applicant: WACKER CHEMIE GMBH [US]

IPC: **C08F18/08; C08F2/20; C08F2/22; (+14)**

Priority Date: 1997-09-26

**Process for preparing protective-colloid-stabilized polymers**
- Inventor: WEITZEL HANS-PETER [DE] ; FIGGE REINER [DE]

EC: C04B24/16P2; C04B24/26; (+1)

Publication info: **US6441082 (B1)** - 2002-08-27

Applicant: WACKER CHEMIE GMBH [DE]

IPC: **C04B24/16; C04B24/26; C08F2/22; (+6)**

Priority Date: 1997-04-30

**Process for the preparation of dispersions and dispersion powders which are free from protective colloids**
- Inventor: WEITZEL HANS-PETER [DE] ; FIGGE REINER [DE] (+1)

EC: C04B24/26F; C04B24/26N; (+1)

Publication info: **US6201062 (B1)** - 2001-03-13

Applicant: WACKER CHEMIE GMBH [US]

IPC: **C04B24/26; C08F218/08; C04B24/00; (+4)**

Priority Date: 1997-03-06

**PROTECTIVE-COLLOID-STABILIZED POLYMER COMPOSITIONS**
- Inventor: BALL PETER [DE] ; WEITZEL HANS-PETER [DE] (+3)

EC: C04B40/00D4; C08F2/24; (+2)

Publication info: **CA2280552 (A1)** - 2000-02-20

Applicant: WACKER CHEMIE GMBH [DE]

IPC: **C04B40/00; C08F2/16; C08F2/24; (+45)**

Priority Date: 1998-08-20

Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide



RESULT LIST		
51 results found in the Worldwide database for: Wacker as the applicant AND Weitzel as the inventor		
Sorting criteria: <input type="text" value="Upload Date"/> Priority Date Inventor Applicant Ecla		
METHOD OF MANUFACTURING OF THE VINYL ESTER POLYMERS THAT ARE STABILISED WITH PROTECTIVE COLLOIDS AND ETHYLENE-VINYL ESTER POLYMERS IN THE FORM OF THEIR AQUEOUS DISPERSIONS		
46	Inventor: WEITZEL HANS-PETER [DE] ; KOTSCHI UDO [DE] (+1) EC: C08F18/04; C08F2/24 Publication PL333094 (A1) - 1999-11-22 info: PL194046 (B1) - 2007-04-30	Applicant: WACKER CHEMIE GMBH [DE]  IPC: C08F18/04; C08F2/24; C08F18/00; (+2) Priority Date: 1998-05-14
47 Process for the preparation of crosslinkable binders		
	Inventor: WEITZEL HANS-PETER DR [DE] ; ZEH HARALD DR [DE] EC: C08F265/04; C08F265/06; (+2) Publication EP0960891 (A1) - 1999-12-01 info: EP0960891 (B1) - 2000-08-23	Applicant: WACKER CHEMIE GMBH [DE]  IPC: C08F265/04; C08F265/06; C08L23/08; (+15) Priority Date: 1998-05-22
48 Quick-drying plaster or coating composition used as thick or thin layer on facades or heat-insulation composites contains a polymeric binder and an organic precipitating agent		
	Inventor: ZEH HARALD [DE] ; BALL PETER [DE] EC: C04B41/48R; C09D5/02K; (+1) Publication DE19910602 (C1) - 2000-11-16 info: DE19910602 (C5) - 2004-11-18	Applicant: WACKER CHEMIE GMBH [DE]  IPC: C04B41/48; C09D5/02; E04F13/02; (+7) Priority Date: 1999-03-10
49 THICKENING AGENTS BASED ON POLYMERS CONTAINING CARBOXYLIC GROUPS AND CARBOXYLAMIDE GROUPS AS WELL AS PROCESS FOR PREPARING THEREOF		
	Inventor: WEITZEL HANS-PETER DR [DE] ; BRAUNSPERGER ROBERT [DE] EC: C08F220/04; C08F220/54 Publication CZ9802616 (A3) - 1999-03-17 info:	Applicant: WACKER CHEMIE GMBH [DE]  IPC: C04B24/26; C08F2/16; C08F2/18; (+23) Priority Date: 1997-08-18
50 CROSSLINKABLE POWDERY COMPOSITION REDISPERSIBLE IN WATER, AND USE OF THE SAME		
	Inventor: ECK HERBERT ; MAYER THEO DR EC: C04B24/28; C08K5/159; (+1) Publication JP11100485 (A) - 1999-04-13 info: JP3037660 (B2) - 2000-04-24	Applicant: WACKER CHEMIE GMBH  IPC: C04B24/28; C08K5/159; C08K5/17; (+15) Priority Date: 1997-07-31
51 Redispersible, dispersion-powder composition		
	Inventor: WEITZEL HANS-PETER [DE] ; BALL PETER [DE] (+1) EC: C04B24/16P2; C04B24/26; (+5) Publication US6127483 (A) - 2000-10-03 info:	Applicant: WACKER CHEMIE GMBH [DE]  IPC: C04B24/16; C04B24/26; C04B40/00; (+9) Priority Date: 1995-12-29

Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

# RESULT LIST

11 results found in the Worldwide database for:

**Consortium** as the applicant AND **Weitzel** as the inventor

Sorting criteria: **Upload Date** Priority Date Inventor Applicant Ecla

## 1 CROSS-LINKABLE, SILANE-MODIFIED COPOLYMERS

**Inventor:** MINGE OLIVER [DE] ; WEITZEL  
HANS-PETER [DE] (+1)  
**EC:** C08F230/08; C09D143/04

**Applicant:** CONSORTIUM ELEKTROCHEM IND  
[DE] ; MINGE OLIVER [DE] (+2)  
**IPC:** C08F230/08; C09D143/04; C08F230/00;  
(+1)

**Publication** WO2006072411 (A1) - 2006-07-13  
**info:**

**Priority Date:** 2005-01-05

## 2 ORGANIC COPOLYMERS CONTAINING NANOPARTICLES

**Inventor:** MINGE OLIVER [DE] ; WEIDNER  
RICHARD [DE] (+2)  
**EC:** C08F2/22; C08F218/08; (+9)

**Applicant:** CONSORTIUM ELEKTROCHEM IND  
[DE] ; MINGE OLIVER [DE] (+3)  
**IPC:** C08F2/44; C08F283/12; C08F292/00; (+5)

**Publication** WO2006072408 (A1) - 2006-07-13  
**info:**

**Priority Date:** 2005-01-05

## 3 Process for the preparation of derivatives of (4-hydroxyphenyl)-esters of benzoic acid

**Inventor:** ZAHN INGO DR [DE] ; HAEBERLE  
NORMAN DR [DE] (+1)  
**EC:** C07C69/92; C07C67/03

**Applicant:** CONSORTIUM ELEKTROCHEM IND  
[DE]  
**IPC:** C07C205/43; C07C205/56; C07C255/55;  
(+15)

**Publication** EP0714881 (A1) - 1996-06-05  
**info:** EP0714881 (B1) - 1999-03-31

**Priority Date:** 1994-12-01

## 4 Crosslinkable nematic polyorganosiloxane

**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER DR [DE] ;  
WEBER-KOEGEL SUSANNE [DE] (+1)  
**EC:** C08G77/04B; C08G77/38; (+1)

**Applicant:** CONSORTIUM ELEKTROCHEM IND  
[DE]  
**IPC:** C07F7/08; C08G77/04; C08G77/20; (+11)

**Publication** EP0709445 (A1) - 1996-05-01  
**info:** EP0709445 (B1) - 1997-06-18

**Priority Date:** 1994-10-27

## 5 Liquid crystalline doristerol-containing organosiloxanes

**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER [DE] ;  
KREUZER FRANZ-HEINRICH [DE] (+1)  
**EC:** C07J9/00; C09K19/36; (+1)

**Applicant:** CONSORTIUM ELEKTROCHEM IND  
[DE]  
**IPC:** C07F7/08; C07F7/10; C07F7/12; (+13)

**Publication** US5695680 (A) - 1997-12-09  
**info:**

**Priority Date:** 1992-10-15

## 6 Stilbene-based materials, their preparation and use

**Inventor:** WEITZEL HANS-PETER [DE] ;  
LEIGEBER HORST [DE] (+1)  
**EC:** C07C43/215B; C08G77/38; (+3)

**Applicant:** CONSORTIUM ELEKTROCHEM IND  
[DE]  
**IPC:** C07C205/05; C07C205/06; C07C23/34;  
(+33)

**Publication** CN1118343 (A) - 1996-03-13  
**info:** CN1064037 (C) - 2001-04-04

**Priority Date:** 1994-02-18

## 7 Chiral tartaric acid imide containing liquid-crystalline organosiloxanes.

**Inventor:** ZAHN INGO DR [DE] ; KREUZER  
FRANZ-HEINRICH DR [DE] (+1)  
**EC:** C07D207/416; C07F7/08D4H4; (+4)

**Applicant:** CONSORTIUM ELEKTROCHEM IND  
[DE]  
**IPC:** C07D207/416; C07F7/08; C07F7/21; (+14)

**Publication** EP0626386 (A1) - 1994-11-30  
**info:** EP0626386 (B1) - 1996-12-04

**Priority Date:** 1993-05-27

## 8 PROCESS FOR THE PRODUCTION OF MATERIALS HAVING GOOD NONLINEAR-OPTICAL PROPERTIES

**Inventor:** BRAUCHLE CHRISTOPH [DE] ; PETRI  
ANDREAS [DE] (+4)  
**EC:**

**Applicant:** CONSORTIUM ELEKTROCHEM IND  
[DE]  
**IPC:** C08J3/28; G02F1/35; C08J3/28; (+3)

**Publication** CA2122428 (A1) - 1995-10-29  
**info:**

**Priority Date:** 1994-04-28

## 9 Prepn. of new stilbene materials and polymers, useful as optical information storage elements

**Inventor:** BOLDT PETER PROF DR [DE] ;  
LEIGEBER HORST [DE] (+2)  
**EC:** C07C43/215B; C08G77/38; (+3)

**Applicant:** CONSORTIUM ELEKTROCHEM IND  
[DE]  
**IPC:** C07C43/215; C08G77/38; C09K19/38;  
(+10)

**Publication** DE4409207 (A1) - 1995-09-21  
**info:**

**Priority Date:** 1994-03-17

## 10 Method of preparing materials having good non-linear optical properties.

**Inventor:** BRAEUCHLE CHRISTOPH PROF DR  
[DE] ; PETRI ANDREAS [DE] (+4)  
**EC:** C09K19/40F2; G02F1/361F

**Applicant:** CONSORTIUM ELEKTROCHEM IND  
[DE]  
**IPC:** C09K19/02; C09K19/38; C09K19/40; (+11)

**Publication** EP0615152 (A1) - 1994-09-14

**Priority Date:** 1993-03-11

11

**info:** EP0615152 (B1) - 1995-11-15

**Process and means for disinclination-free planar orientation of chiral liquid cristalline side chain polymers.**

**Inventor:** BUCHECKER RICHARD [CH] ; HERR ROLF-PETER [DE] (+3)

**EC:** C09K19/40F2; G02F1/13363T

**Publication info:** EP0569809 (A1) - 1993-11-18

**Applicant:** HOFFMANN LA ROCHE [CH] ; CONSORTIUM ELEKTROCHEM IND [DE]

**IPC:** C09K19/02; C09K19/40; G02F1/13363; (+7)

**Priority Date:** 1992-05-13

Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide